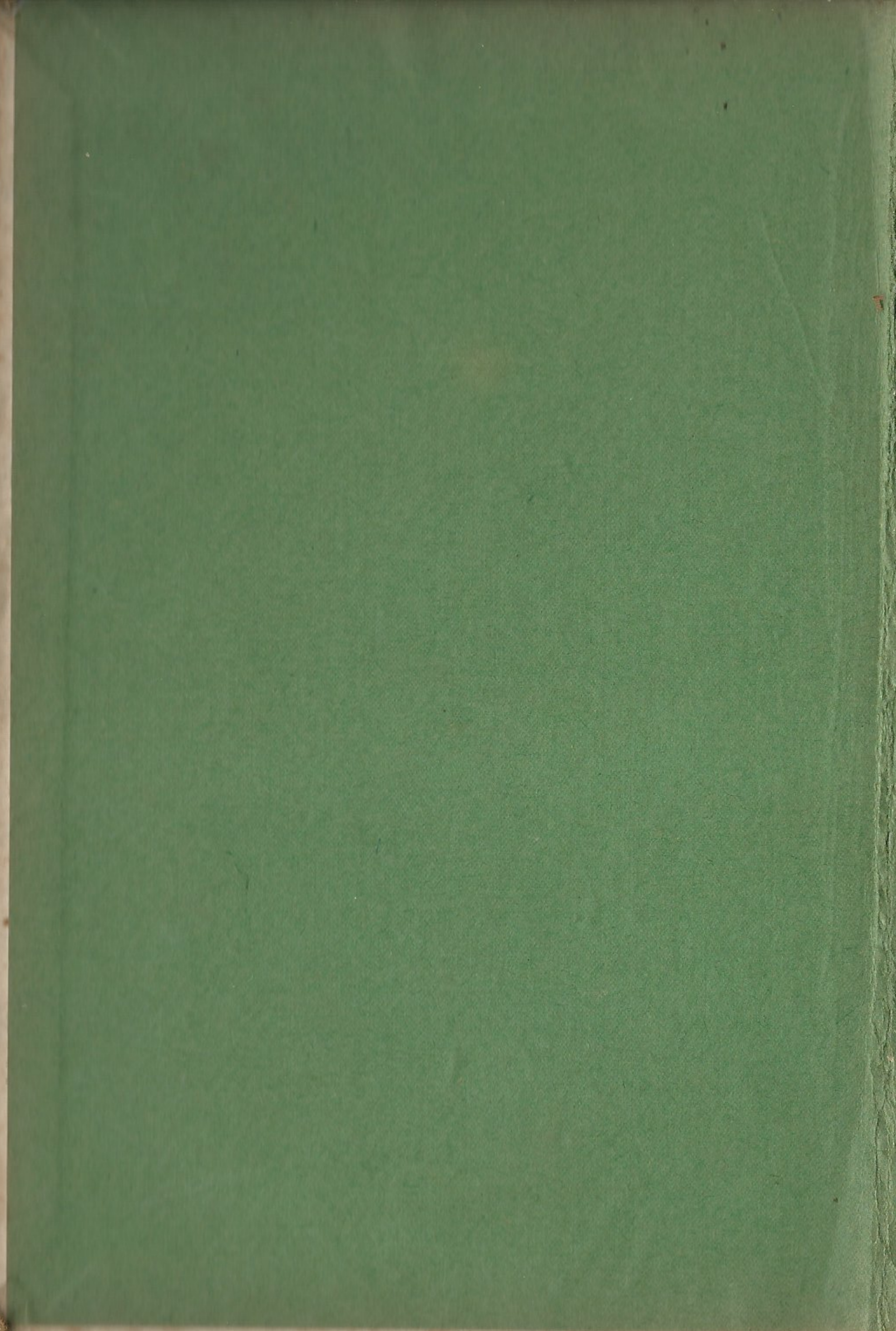
Hanns Günther und Hans Vatter

Bastelbuch für Radioamateure



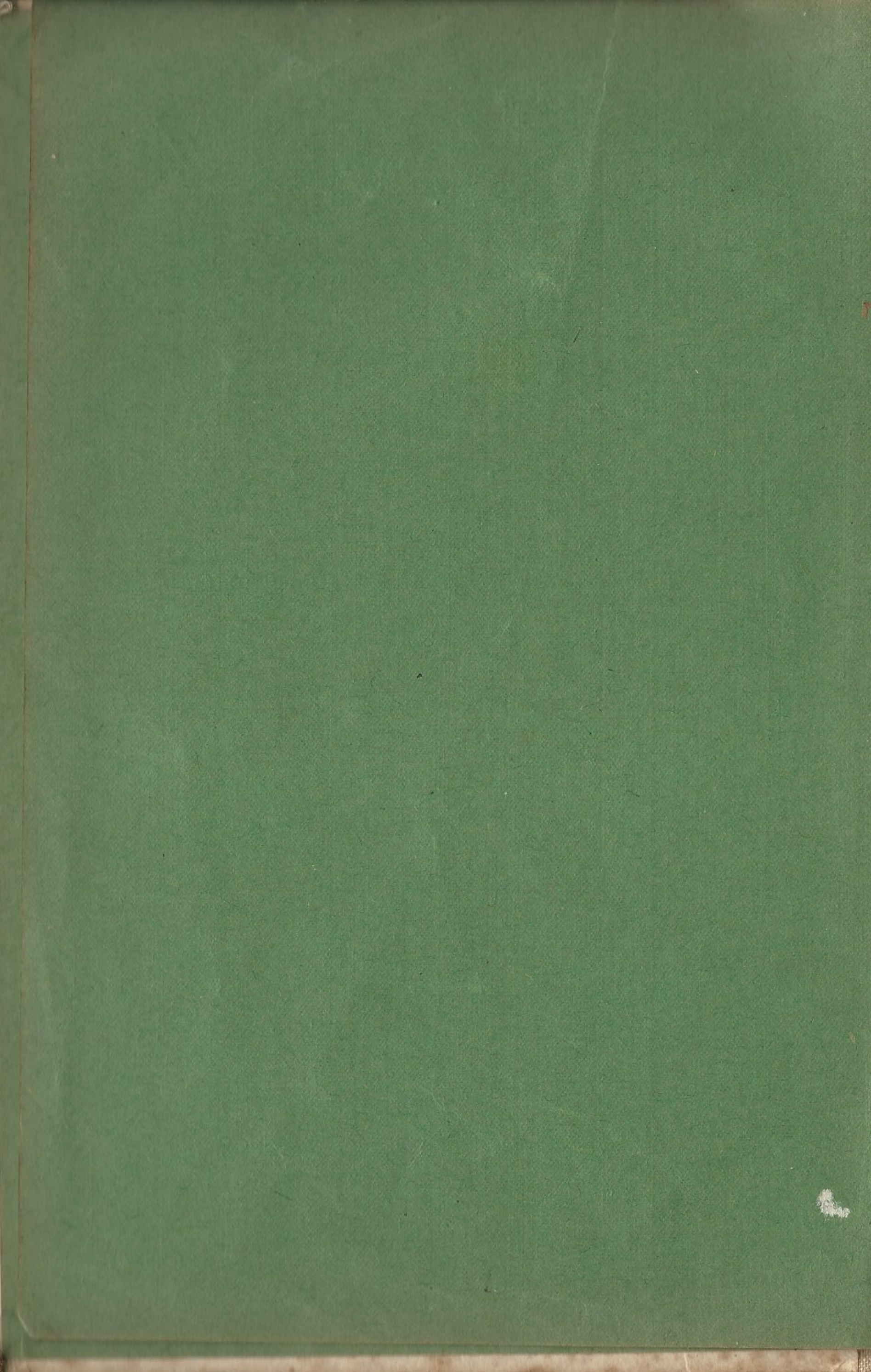
Eine Anleitung zur Selbstanfertigung aller Einzelteile für Radioempfänger

Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart



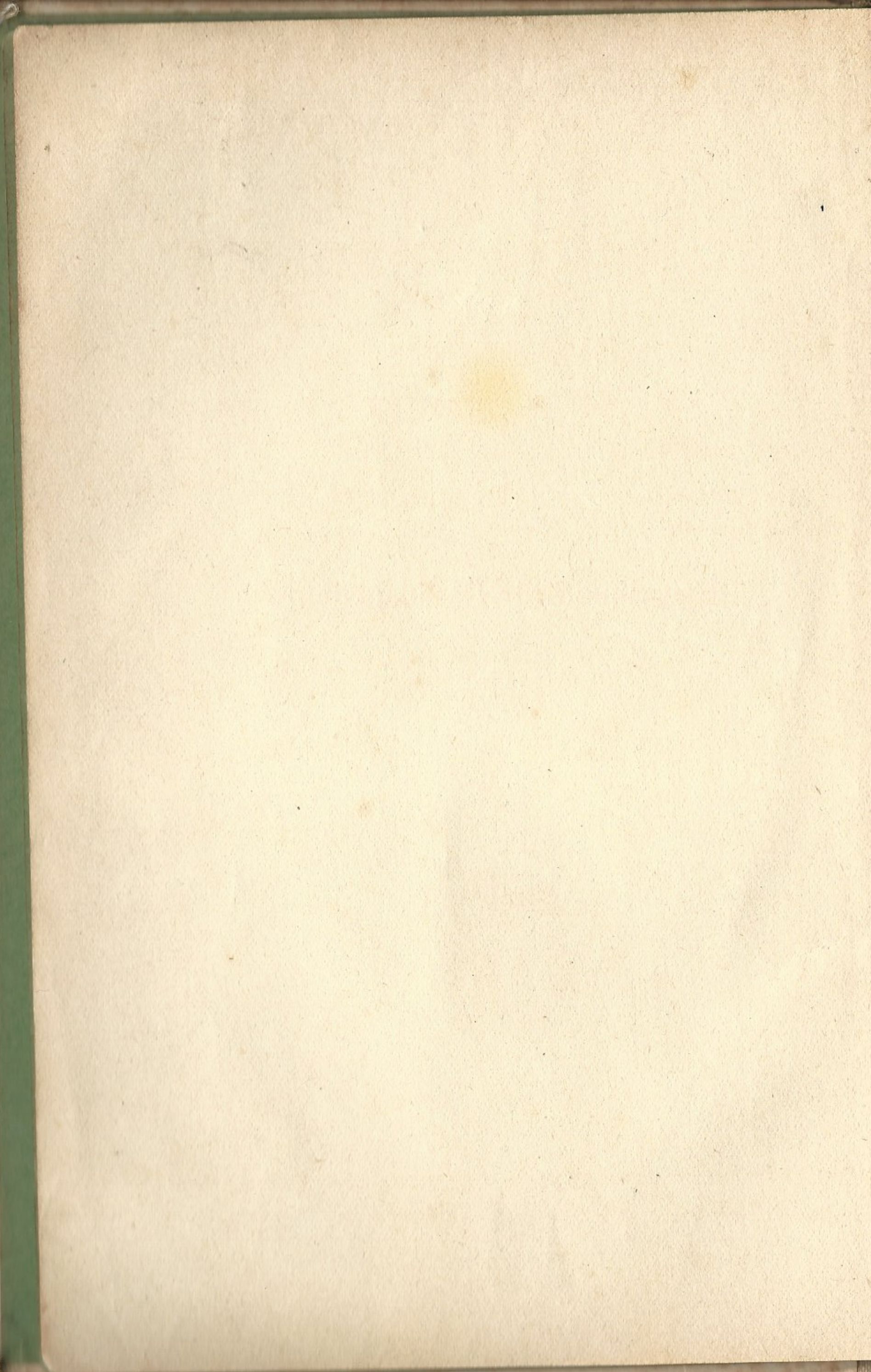
Oswald Frank

15,-



Franckhs „Radio für Alle“-Bücher

Bastelbuch für Radioamateure



Bastelbuch für Radioamateure

Anleitungen zur Selbstanfertigung aller Einzelteile für Radioempfänger

Von

HANNS GÜNTHER (W. DE HAAS) und HANS VATTER

Mit 303 Abbildungen im Text



Fünfundzwanzigstes bis achtundzwanzigstes Tausend

Franckh'sche Verlagshandlung · Stuttgart

Greiner & Pfeiffer, Stuttgart.

Vorwort

Was bisher an Radio-Bastelbüchern auf dem Markt erschienen ist, zeichnet sich nicht gerade durch besondere Brauchbarkeit aus. Es handelt sich fast durchweg um knappere oder breiter gefaßte Anleitungen zur Selbstanfertigung ganz bestimmter Apparate, etwa eines Kristall- oder eines Röhrenempfängers, und zwar sind es gewöhnlich dieselben Apparate einfachster Bauart, die in allen diesen Veröffentlichungen wiederkehren. Das Ziel des vorliegenden Buches ist anderer Art. Es leitet zur Selbstanfertigung der verschiedensten Einzelteile von Radio-Empfängern und -Verstärkern an, soweit sie sich überhaupt selbst herstellen lassen. Dazu gehören vor allem Kondensatoren, Spulen, Spulenkoppler, Kristalldetektoren, Heizwiderstände, Potentiometer, Hochohmwiderstände, Hoch- und Niederfrequenztransformatoren, Anodenbatterien, Lautsprecher, Schalter, Meß- und Prüfapparate der verschiedensten Art, so daß also eigentlich nur die Fernhörer und bei Röhrengeräten die Röhren nebst der Heizbatterie gekauft werden müssen. Das Buch beschreibt jeden Apparat und Einzelteil in verschiedenen Ausführungsformen, damit man die jeweils zweckmäßigste auswählen kann. Alle Angaben sind durch klare Zeichnungen erläutert, und jede Beschreibung ist mit genauen Maßangaben versehen, so daß sich ohne weiteres nach den gegebenen Anleitungen, die sämtlich praktisch ausprobiert wurden, arbeiten läßt. Mit diesem Inhalt bildet unser Buch das erste wirkliche „Bastelbuch für Radioamateure", das auf dem Markt erscheint. Es früher herauszubringen, hätte sich nur auf Kosten der Zuverlässigkeit ermöglichen lassen, und dazu konnten wir uns trotz der vielen ungeduldigen Mahner nicht entschließen.

Bezüglich der Verwendung der beschriebenen Einzelteile zum Selbstbau vollständiger Empfangsapparate läßt unser Buch dem Bastler absichtlich freie Hand, gestattet der Besitz zahlreicher Einzelteile doch den Zusammenbau der allerverschiedensten Schaltungen. Geeignete Schaltbilder, nach denen man arbeiten kann, findet man in den meisten Radio-Zeitschriften und -Büchern. Allerdings fehlen vielfach die Werte der Selbstinduktionen und Kapazitäten, die für das „Gehen" der

Schaltung wichtig sind. Der erfahrene Amateur wird sie gewöhnlich selbst feststellen können. Der Anfänger aber tut besser daran, sich eines Führers zu bedienen, der ihn vor Irrwegen und damit vor Enttäuschungen bewahrt. Solche Führer bilden die „Rafa"-Schaltungen, die die von mir geleitete Monatsschrift „Radio für Alle" (Stuttgart, Franckh'sche Verlagshandlung) in jedem Hefte bringt. Nach den gleichen Grundsätzen sind die Schaltbilder meines „Schaltungsbuchs für Radioamateure" bearbeitet, das die organische Ergänzung des „Bastelbuchs" bildet. Es bringt nicht nur die üblichen Schaltschemata, sondern zu jedem Schema in halbperspektivischer Zeichnung ein Schaubild der Apparatur, das dem Anfänger die Durchführung der Schaltungen sehr erleichtert, und weiter bei jeder Spule, jedem Kondensator, jedem Widerstand den genauen Wert.

Einige Worte noch über zwei Dinge technischer Natur. In den meisten Bastelbüchern wird empfohlen, Spulen u. dgl. zwecks besserer Isolierung mit Schellacklösung zu überziehen. Davor ist zu warnen, weil Schellacküberzüge die Eigenkapazität der Spulen stark erhöhen. Als Ersatz ist einer der gebräuchlichen Isolierlacke zu wählen; Zaponlack kann ebenfalls empfohlen werden. — Der zweite Punkt betrifft die Montage der Apparate und Einzelteile. Unser Buch sieht dafür im Hinblick auf möglichste Billigkeit im allgemeinen paraffiniertes Hartholz vor. Wer es erschwingen kann, sollte indessen unbedingt ein besseres Isoliermaterial wählen. Es braucht ja nicht gerade Hartgummi zu sein, der oft sogar nicht einmal empfehlenswert ist; eines der vielen künstlichen Isoliermaterialien, die man in allen Formen und Stärken bekommt, tut dieselben oder noch bessere Dienste. Pertinax beispielsweise ist sehr zu empfehlen.

Das ist alles, was ich unserem Buch vorausschicken möchte. Daß mir Mitteilungen über Erfahrungen mit den beschriebenen Apparaten und Verbesserungsvorschläge stets willkommen sind, brauche ich als selbstverständlich kaum zu betonen. Soweit diese Mitteilungen von allgemeinem Interesse sind, werde ich sie in „Radio für Alle" veröffentlichen. Dasselbe gilt für Ergänzungen der verschiedenen Kapitel, wie sie sich aus Neukonstruktionen usw. ergeben.

Rüschlikon (Zürichsee), Ende Mai 1924.

W. De Haas.

ERSTES KAPITEL.

Kondensatoren.

1. Die Zusammensetzung eines Drehkondensators aus käuflichen Einzelteilen.

Jeder Bastler, der einen Radio-Empfänger baut, hat das Bestreben, auch den Drehkondensator, das schwierigste Stück jedes Empfangsgeräts, selbst herzustellen. Im allgemeinen sind die auf diesem Gebiet gemachten Erfahrungen jedoch nicht geeignet, zur Selbstanfertigung von Drehkondensatoren zu ermuntern, denn die selbstgebauten Kondensatoren haben gewöhnlich allerhand Nachteile, die sich im Betrieb sehr störend bemerkbar machen. Vor allem ist die Isolation häufig mangelhaft, so daß nur ein schlechter oder überhaupt kein Empfang zustandekommt. Man probiert dann an allen Apparaten herum und schiebt die Schuld bald auf den Detektor, bald auf die Antenne, bis man schließlich im Kondensator einen Kurzschluß entdeckt und hierin die Ursache des Versagens findet.

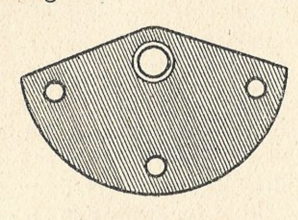
Zur Selbstherstellung eines Drehkondensators von guter Qualität ist große Handfertigkeit und Geschicklichkeit erforderlich, Eigenschaften, die sich der Bastler gewöhnlich erst in langer Praxis erwirbt, während sie dem Anfänger in der Regel abgehen.

Deshalb erscheint es rätlich, beiDrehkondensatoren von der völligen Selbstanfertigung abzusehen und dafür so vorzugehen, daß man die Einzelteile fertig kauft, um sie dann zusammenzusetzen. Der Zusammenbau der gestanzten Blechscheiben und Hartgummiteile vermittels Schrauben, Muttern und Ringen bietet dem Bastler immer noch reichlich Gelegenheit, sich in den Bau eines Kondensators zu vertiefen. Dabei hat man den Vorteil, daß ein aus käuflichen Einzelteilen zusammengesetzter Kondensator hinsichtlich der Ausführung und des guten Arbeitens einem käuflichen Kondensator nicht nachstehen wird. Im Gegenteil, oft arbeitet ein selbstmontierter Kondensator, dessen Zusammenbau mit Geduld und Ausdauer vorgenommen wurde und dessen Stanz- und Preßteile sauber nachgearbeitet und ausgerichtet worden sind, viel besser als ein billiger, durch Massenfabrikation hergestellter käuflicher Drehkondensator.

Die Einzelteile zum Bau von Drehkondensatoren sind bei allen Radiohändlern erhältlich. Bei der Auswahl hat man vor allem auf folgende Punkte zu achten:

Sehr wesentlich ist die Beschaffenheit der beiden Hartgummideckplatten, deren Stärke mindestens 5 mm betragen soll, da schwächere Platten beim Zusammenbau häufig zerspringen. Auch die Form der Platten spielt eine gewisse Rolle, insbesondere dann, wenn man aus Raumgründen gezwungen ist, den Kondensator möglichst klein zu halten. In Abb. 1 sind zwei gute Deckplattenformen dargestellt.

Die Größe der Metallplatten, ihre Zahl und der gegenseitige Abstand ist insofern von Bedeutung, als hievon die Kapazität des Kondensators abhängt. Es ist nicht vorteilhaft, Drehkondensatoren von mehr als 1000 cm Kapazität herzustellen, weil sich sonst eine Feinstellung nicht mehr durchführen läßt.



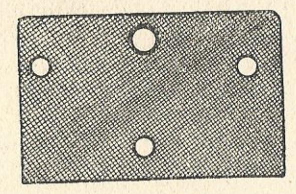


Abb. 1. Zwei Deckplattenformen für Drehkondensatoren.

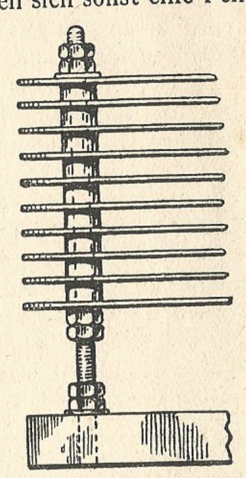


Abb. 2. Eine der drei den festen Plattensatz haltenden Spindeln.

Braucht man größere Kapazitäten, so schaltet man besser mehrere Kondensatoren kleinerer Kapazität parallel.

Das Material, aus dem die Platten hergestellt sind, ist meist Weißblech oder Aluminium. Beide Materialien sind gleich gut brauchbar, Aluminium hat den Vorteil, daß es leichter ist; das Gewicht spielt jedoch keine große Rolle.

Außer den erwähnten Teilen sind vier Schraubenspindeln, eine Reihe Messingringe, etliche Muttern, ein Zeiger, eine Skala und ein Hartgummiknopf erforderlich, alles Einzelteile, die einer vollständigen Bauteile-Zusammenstellung beigegeben werden.

Beim Zusammenbau des Kondensators verfährt man in der Weise, daß man zuerst drei Spindeln in die Hartgummigrundplatte einschraubt und dann wenige Zentimeter über der Platte auf jeder

Spindel in gleicher Höhe zwei Muttern gegeneinander verschraubt (vgl. Abb. 2). Es ist sehr wichtig, daß sich sämtliche Muttern in gleicher Höhe befinden, denn die Metallplatten, die darauf zu liegen kommen, müssen vollständig eben und horizontal stehen. Zwischen die einzelnen Metallplatten des festen Plattensatzes werden kleine Messingringe von etwa 4 mm Dicke eingeschoben, so daß sich zwischen den einzelnen Platten ein Luftraum von gleicher Höhe befindet (vgl. Abb. 3).

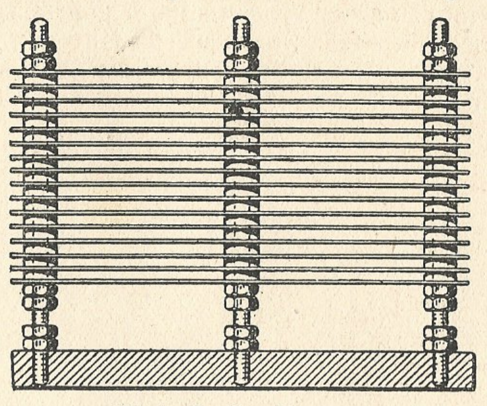


Abb. 3. Der feste Plattensatz.

In ganz ähnlicher Weise wird der drehbare Plattensatz auf einer vierkantigen Spindel befestigt (vgl. Abb. 4). Die einzelnen Platten werden ebenfalls durch kleine Messingringe 4 mm weit

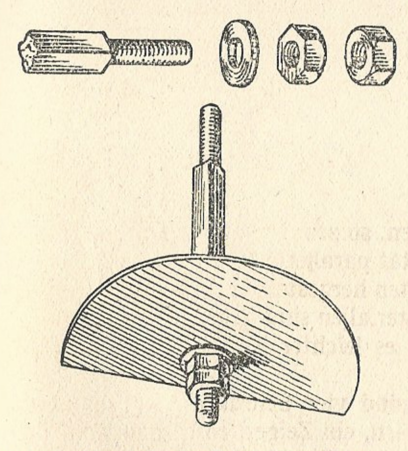


Abb. 4. Die vierkantige Spindel für den drehbaren Plattensatz samt Muttern und Unterlegscheibe.

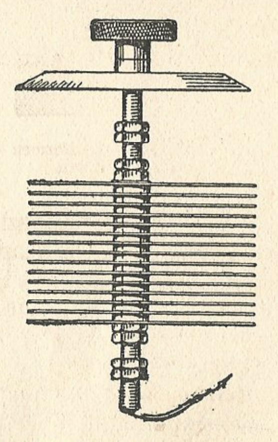


Abb. 5. Der drehbare Plattensatz mit dem auf die Spindel geschraubten Drehknopf.

auseinandergehalten. An beiden Enden der Spindel werden zwei Muttern gegeneinander verschraubt, so daß oben und unten ein

Achsenzapfen stehen bleibt, der sich später in den Lagerbohrungen der Hartgummideckplatten dreht (vgl. Abb. 5).

Die letzte Arbeit ist der Zusammenbau der beiden Gruppen zu einem Ganzen. Vor allem hat man darauf zu achten, daß sich die beweglichen Platten genau in der Mitte zwischen den festen befinden, und daß sie sich beim Drehen der Achse den festen Platten nicht nähern oder diese gar berühren. Durch Verdrehen der Stellschrauben

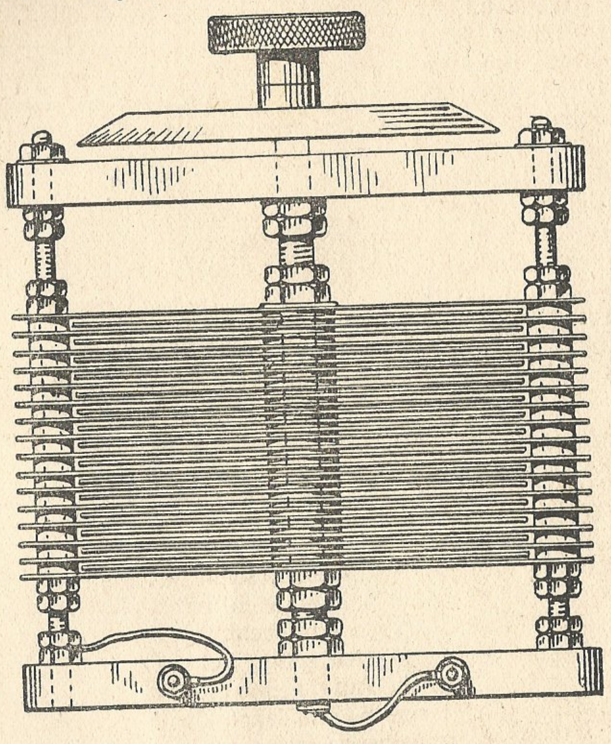


Abb. 6. Der fertige Drehkondensator.

des festen Plattensatzes und der des beweglichen gelangt man bald zum Ziel. Man muß aber wohl darauf achtgeben, daß man den festen Plattensatz nicht nachträglich noch verspannt oder verbeult, da sonst eine stetige Variation der Kapazität unmöglich ist.

Die Zuführungsdrähte werden mit der beweglichen Achse einerseits und mit den Stützen des festen Plattensatzes andererseits verbunden (vgl. Abb. 6).

2. Ein einfacher Kondensator mit Feinstellung (Vernier-Kondensator).

ca. 500 – 800 cm

Der im folgenden beschriebene Vernier-Kondensator, der in Verbindung mit einem Drehkondensator von 500 oder 1000 cm Kapazität zur Feinabstimmung verwendet werden kann, befriedigt die höchsten Ansprüche, die an einen solchen Apparat gestellt werden können. Die Veränderung der Kapazität erreicht man dadurch, daß man durch eine Stellschraube mit sehr feinem Gewinde den Abstand zweier Metallplatten, zwischen denen sich eine dünne Glimmerschicht und ein kleiner Luftraum befinden, verkleinert oder vergrößert. Die Kapazität des Kondensators wächst, je näher man die Platten zusammenbringt; sie verringert sich, je weiter man sie voneinander entfernt. Da mit Hilfe der Stellschraube der Abstand der beiden Platten bis auf den Bruchteil eines Zehntelmillimeters genau eingestellt werden kann, leuchtet es ohne weiteres ein, daß sich auf diese Weise die Kapazität außerordentlich fein abstufen läßt.

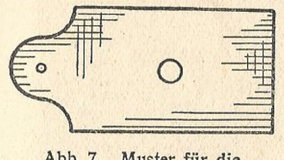


Abb. 7. Muster für die Messingstücke.

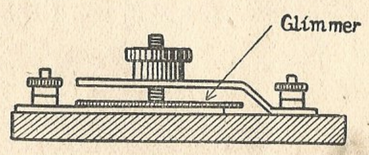


Abb. 8. Der Feinstellkondensator im Längenschnitt.

Zur Anfertigung benötigen wir eine Hartgummiplatte von 90 mm Länge und 50 mm Breite, die 10 mm stark sein soll. Ferner zwei 65 mm lange und 36 mm breite Messingstücke, die wir nach Abb. 7 aus 0,5 mm starkem Messingfederblech schneiden. Beide Stücke sind im Diagonalenschnittpunkt mit einer 10 mm weiten Bohrung zu versehen. Der seitliche Lappen wird ebenfalls durchbohrt, so daß an dieser Stelle die Messingplatten später auf den Hartgummisockel geschraubt werden können. Auf die eine der beiden Messingplatten wird mit Schellackkitt eine 53 mm lange und 46 mm breite, möglichst dünne Glimmerscheibe gekittet, die man ebenfalls im Diagonalenschnittpunkt durchbohrt. Das Loch in der Glimmerscheibe fällt also mit dem Loch der Messingscheibe zusammen, ist jedoch nur 8 mm weit, so daß die Glimmerscheibe den Rand des Bohrlochs im Messing ringsum 1 mm überragt.

Die mit der Glimmerscheibe versehene Messingplatte wird mit dem Hartgummisockel verkittet und verschraubt. Sodann wird die Hartgummiplatte in der Mitte des Loches in der Messingscheibe zur Hälfte durchbohrt; in diese Bohrung wird ein feines Gewinde ge-

schnitten, worauf man eine Schraubenspindel mit ebensolchem Gewinde eindreht. Auf die Schraubenspindel wird später ein Hartgummiknopf gesetzt. Weiter wird die zweite Messingplatte nach Abb. 8 verbogen und ebenfalls mit der Hartgummiplatte verschraubt. Hierauf wird auf die Schraubenspindel der Hartgummiknopf aufgedreht, mit dessen Hilfe man die obere Messingplatte der unteren nähern kann. Die Schraubenspindel selbst darf weder die untere Platte noch die obere berühren.

Der auf diese Weise hergestellte Vernier-Kondensator muß zu einem größeren Drehkondensator parallel geschaltet werden. Mit Hilfe des Drehkondensators kann man dann den Schwingungskreis grob abstimmen, während die Feinabstimmung mit Hilfe des Vernier-Kondensators durchgeführt wird.

3. Die Feinstellung gewöhnlicher Drehkondensatoren.

Ein gewöhnlicher Drehkondensator gewährleistet beim Einstellen durchaus nicht das Maß von Genauigkeit, das erforderlich ist, um

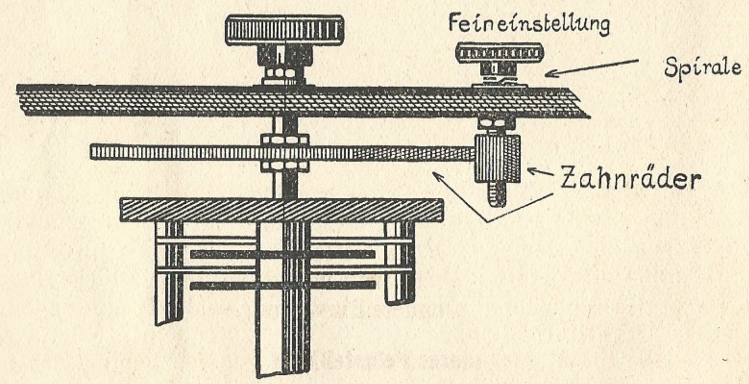


Abb. 9. Feinstellvorrichtung für gewöhnliche Drehkondensatoren.

beim Empfang weit entfernter Stationen störende Nebengeräusche vollständig herauszustimmen. Man kann die nötige Genauigkeit aber leicht erzielen, wenn man das Schaltbrett des Empfangsgeräts mit einer Vorrichtung zur Fein-Einstellung der Drehkondensatoren versieht. Dadurch wird die schwierige Arbeit des Abstimmens sehr erleichtert, was die Leistungsfähigkeit eines Apparats oft wesentlich erhöht. Im folgenden soll eine solche Fein-Einstellung beschrieben werden, die sich an jedem fertig gekauften oder selbstgebauten Drehkondensator (ohne Scheibeneinstellskala) nachträglich anbringen

läßt. Die Vorrichtung besteht zur Hauptsache aus einem auf die Achse des beweglichen Plattensatzes aufgespannten, großen Zahnrad, in dessen feine Zahnung ein zweites kleineres Rad eingreift. Dieses zweite Rad sitzt auf einer besonderen Achse, die durch das Hartgummischaltbrett nach außen führt; hier ist sie mit einem kleinen Hartgummiknopf versehen, mit dessen Hilfe das kleine Rad gedreht werden kann (vergl. Abb. 9).

Die beiden Zahnräder beschaffen wir uns vom Uhrmacher oder vom Mechaniker. Das Übersetzungsverhältnis soll möglichst groß sein (etwa 1:10). Das große Rad, das eine ziemlich weite Bohrung besitzt, wird nach Abb. 9 auf die Verlängerung der Drehspindel des beweglichen Plattensatzes vermittelst zweier Mutterschrauben genau zentrisch aufgespannt. Das kleine Rad wird in der aus Abb. 9 ersichtlichen Weise auf die kleine Achse gekeilt und mit ihr verlötet.

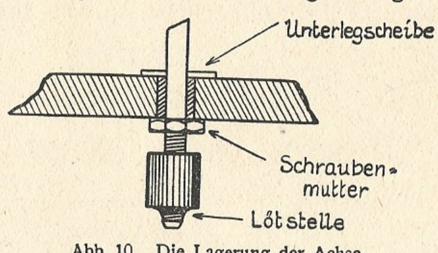


Abb. 10. Die Lagerung der Achse.

Die Lagerung der Achse geht aus Abb. 10 deutlich hervor. Durch die Einschaltung einer kurzen Spiralfeder zwischen dem Hartgummiknopf und der Unterlegscheibe ist für den erforderlichen Lagerdruck gesorgt.

Beim Abstimmen bedient man sich anfangs ganz wie sonst des großen Drehknopfs, der auf der Achse des beweglichen Plattensatzes sitzt. Erst wenn es sich um Verschiebungen um den Bruchteil eines Teilstrichs handelt, macht man vom Zahntrieb Gebrauch, mit dessen Hilfe eine zehnmal genauere Einstellung bewirkt werden kann.

4. Ein anderer Feinstellkondensator.

Wir beschaffen uns zwei Reagenz-(Probier-)röhren, die eine 90 mm lang und 15 mm weit, die andere 100 mm lang und 12 mm weit, die wir beide auf der Außenseite bis ungefähr 15 mm unter dem Rand mit Stanniol bekleben. Zum Aufkleben des Stanniols auf die mit Weingeist gereinigten Glaswände verwendet man am besten reines Eiweiß. Der Stanniolbelag wird nach dem Antrocknen zum Schutze gegen Verletzung und zur Erhöhung der Isolation mit Schellacklösung bestrichen.

Hierauf wird die engere Röhre mit einem Griffe versehen. Wir beschaffen uns vom Optiker eine zerbrochene Barometerröhre, die wir unter Verwendung der Dreikantfeile an zwei etwa 20 cm auseinander-

liegenden Stellen vorsichtig anritzen und abbrechen. Die beiden Enden des 20 cm langen Stückes werden im Bunsenbrenner oder in der Spiritusflamme unter Beachtung der erforderlichen Vorsichtsmaßregeln auf Rotglut erhitzt, so daß die Ränder ihre Schärfe verlieren und eine runde Kuppe entsteht. Der auf diese Weise hergestellte Glasgriff wird mit geschmolzenem Paraffin in die enge Reagenzröhre eingegossen. Damit das Paraffin an den Glasteilen gut haftet, muß man sowohl den Griff als auch die Röhre leicht vorwärmen.

Die weitere Röhre wird nach Abb. 11 vermittelst zweier Messingbänder auf einem 30 cm langen, 4 cm breiten und 1 cm dicken Eichen-

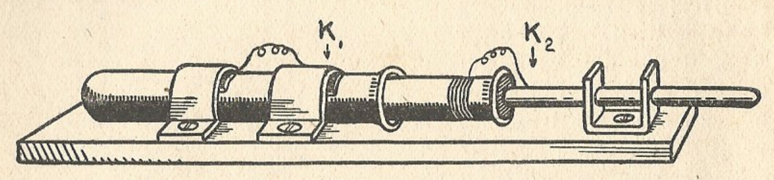


Abb. 11. Aus zwei Reagenzröhren gebauter Feinstellkondensator.

brettchen montiert, das man auf einer warmen Herdplatte längere Zeit getrocknet und hernach in siedendem Paraffin ausgekocht hat. Zwischen die Messingbänder und das Reagenzglas werden schmale Gummistreifen gelegt, ebenso zwischen die Glasröhre und das Grundbrett. An Stelle der Gummistreifen kann auch weicher Filz verwendet werden. Zur Führung des Glasgriffs der engen Röhre, die in der weiten Röhre verschiebbar angeordnet ist, dient ein kleiner Messingträger, der nach Abb. 12 aus 1 mm starkem Messingband gebogen und 10 cm vom Rande der festen Röhre entfernt auf das Grundbrett geschraubt wird.

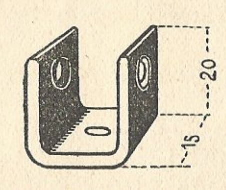


Abb. 12. Der Messingträger für den Griff der engen Röhre.

Die Belegungen der beiden Röhren werden durch biegsame Leitungsschnüre mit den Klemmen K_1 und K_2 verbunden. Der Zuleitungsdraht zur äußeren Röhre wird am besten unter eine der beiden Messinglaschen geklemmt; die Schellackschicht des Stanniols wird an der betr. Stelle mit Spiritus vorsichtig abgewaschen. Der Zuführungsdraht zur andern Röhre wird mit dem von der Schellackschicht befreiten Stanniolbelag verklebt, worauf man eine etwa 15 mm breite Lage weißen Nähfadens säuberlich darüberwickelt. Die Enden des Fadens werden sorgsam verknüpft. Hierauf wird das Ganze wieder mit Schellacklösung bestrichen.

5. Wie man sich rasch einen Behelfskondensator baut.

Beim Experimentieren benötigt man oft einen zweiten Kondensator von bestimmter Kapazität, sei es, daß man den Wellenbereich eines Geräts vergrößern, sei es, daß man einen schadhaft gewordenen Kondensator ersetzen will. Hat man keine Ersatzkondensatoren vorrätig, so ist man genötigt, sich auf irgendeine Weise in kürzester Zeit einen Kondensator zusammenzubauen. In diesem Falle erweist sich der in Abb. 13 dargestellte Kondensator als praktisch, der den Vorteil hat, daß seine Kapazität in gewissen Grenzen verändert werden kann. Er besteht aus einem Glasgefäß, das zur Hälfte mit gesalzenem oder angesäuertem Wasser gefüllt worden ist, und in dem mehrere, mit derselben Flüssigkeit gefüllte Glasflaschen stehen. Damit ist der Kondensator schon fertig.

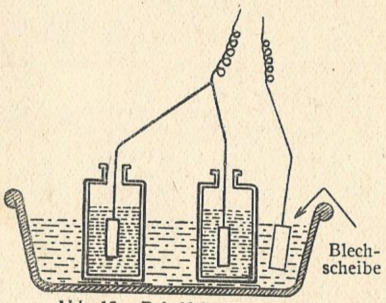


Abb. 13. Behelfskondensator.

Durch Veränderung der Zahl der eingestellten Flaschen läßt sich die Kapazität in grober Weise verändern, während durch vorsichtiges Hinzugießen von Wasser in den äußern Behälter eine gewisse (!) Feineinstellung erreicht wird. Beim Einsetzen von Flaschen und beim Nachfüllen von Flüssigkeit muß man darauf achten, daß die Außenwand der Flaschen über dem Flüssigkeitsspiegel vollständig trocken bleibt!

6. Die Herstellung von Blockkondensatoren.

Der zur Überbrückung des Fernhörers erforderliche Kondensator soll eine Kapazität von 1000—2000 cm haben. Man kann solche Kondensatoren um verhältnismäßig billiges Geld fertig kaufen, doch macht die Selbstanfertigung sozusagen keine Mühe, so daß wir das Geld ebensogut sparen können.

Wir beschaffen uns 11 alte photographische Platten, die wir in heißem Sodawasser abwaschen und von der Gelatineschicht befreien, ferner 9 Stanniolblätter von 7 cm × 12 cm Größe und ein aus 1 cm starkem Hartholz geschnittenes Grundbrett von 16 cm Länge und 11 cm Breite, das sauber gehobelt, gebeizt und poliert wird. Auf dieses Grundbrett wird der Kondensator in der Weise aufgeschichtet, daß das 1., 3., 5., 7. und 9. Blatt und das 2., 4., 6., 8. und 10. Blatt untereinander in leitender Verbindung stehen, die beiden Gruppen aber gegeneinander sorgfältig isoliert sind. Dies erreicht man dadurch,

daß man zwischen die Stanniolblätter Glasplatten legt, die von den geradzahligen Stanniolbelägen nach der einen und von den ungerad-

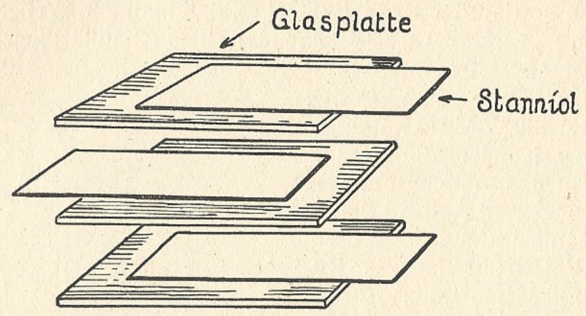


Abb. 14. Das Legen des Blockkondensators.

zahligen nach der andern Seite überragt werden (vgl. Abb. 14). Die beiderseits vorstehenden Stanniollappen werden mit zwei Messingschienen an das Grundbrett geschraubt und später mit den An-

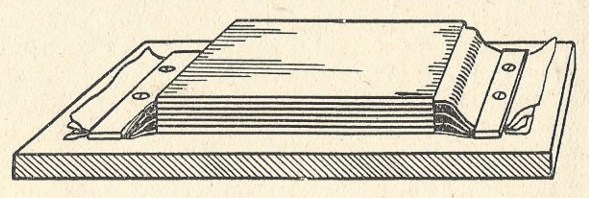


Abb. 15. Der fertige Blockkondensator.

schlußklemmen verbunden (vgl. Abb. 15). Zu diesem Zwecke werden jetzt schon die Enden der etwa 10 cm langen Zuführungsdrähte mit den Schienen verlötet. Hierauf wird der ganze Kondensator nach

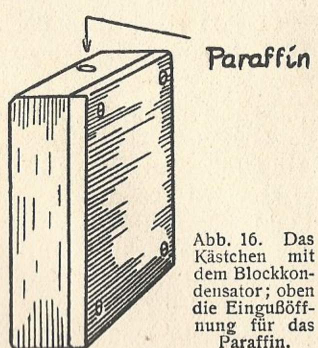


Abb. 16. Das Kästchen mit dem Blockkondensator; oben die Eingußöffnung für das Paraffin.

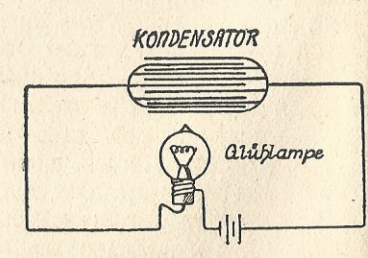


Abb. 17. Schaltschema für die Prüfung eines Blockkondensators auf gute Isolation.

Abb. 16 in ein aus Laubsägeholz gefertigtes Kästchen eingeschlossen, das man, nachdem man die Zuführungsdrähte durch seitliche Bohrungen herausgeführt hat, durch eine passend angebrachte Öffnung unter Zuhilfenahme eines kleinen Metalltrichters mit heißem Paraffin ausgießt. Auf diese Weise erhält man einen vorzüglichen Paraffin-Kondensator, der zum mindesten ebensogut arbeitet wie die fertig gekauften Blockkondensatoren, bei denen oft ganz minderwertige Isoliermaterialien verwendet werden.

Auf der Außenseite des Kästchens bringt man zwei Apparateklemmen an, die man mit den Stromzuführungsdrähten verbindet.

Die Prüfung des Kondensators, die vor dem Einbau erfolgt, wird nach dem Schema der Abb. 17 vorgenommen. Die beiden Plattengruppen müssen vollständig gegeneinander isoliert sein; es darf also kein Strom durch den Kondensator gehen.

7. Ein praktischer Wickelkondensator.

Ein leicht herzustellender veränderlicher Kondensator, bei dem eine Kapazitätsveränderung in sehr einfacher Weise durch Verdrehen eines Hartgummiknopfs bewirkt werden kann, ist in Abb. 18 dargestellt. Er gehört zu der Art der „Wickelkondensatoren", von denen es eine ganze Menge verschiedener Ausführungen gibt. Die im folgenden beschriebene Form zeichnet sich durch größte Einfachheit aus.

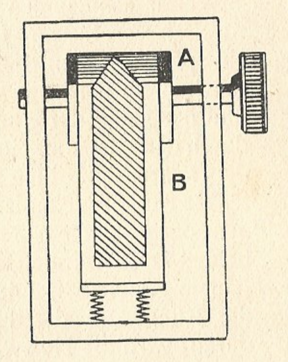


Abb. 18.
Der Wickelkondensator.

Der Kondensator besteht in der Hauptsache aus einer kleinen, in einem Kästchen drehbar angeordneten, mit Stanniol beklebten Holzwalze *A*, an der ein Papierstreifen *B* so befestigt ist, daß er rouleauartig aufgewickelt werden kann. Der Streifen besitzt eine dem Umfang der Walze entsprechende Länge und ist aus gutem zähem Isolierpapier hergestellt, das auf der Oberseite mit Stanniol beklebt und am freien Ende durch zwei Spiralfedern an der Rückwand des Kästchens befestigt ist. Durch Verdrehen des auf die Walzenachse geschraubten Hartgummiknopfs kann der Streifen mehr und mehr auf die Walze aufgerollt werden, wobei sich der Abstand der beiden Stanniolbelege verringert. Die Kapazität nimmt natürlich im selben Maße zu, bis sie mit etwa 2000 cm ihren Höchstwert erreicht hat. Durch Rückwärtsdrehen des Hartgummiknopfs kann die Kapazität des Kondensators wieder verkleinert werden; beim Rück-

wärtsdrehen rollt sich der Streifen infolge des Federzugs der beiden Spiralen ab.

Um den Anfangswert des Kondensators möglichst klein zu halten, ist der bewegliche Stanniolbelag auf der einen Seite spitz zugeschnitten, was zugleich eine gewisse Feineinstellung bei den niederen Kapazitätswerten erlaubt.

Wir beginnen mit der Herstellung der Holzwalze, indem wir von einem Rundholzstab von 40 mm Stärke ein 45 mm langes Stück absägen und mit Glaspapier sauber bearbeiten. Der Holzzylinder wird zentrisch durchbohrt und mit einer 65 mm langen Hartgummiachse versehen. Die Mantelfläche des Zylinders wird sodann mit Stanniol beklebt. Zum Aufkleben verwendet man am besten Fischleim. Bei der Arbeit ist vor allen Dingen darauf zu achten, daß keine Luftblasen entstehen und daß der Stanniolbelag überall glatt anliegt, da andernfalls keine stetige Veränderung der Kapazität möglich ist. Ist es uns gelungen, eine tadellose Stanniolhülle herzustellen, so wird die ganze Walze mit Zaponlack bestrichen und zum Trocknen beiseite gestellt.

Weiter schneiden wir aus festem, zähem Pergamentpapier einen Streifen von 150 mm Länge und 40 mm Breite, auf den nach Abb. 19 ein spitz zugeschnittener Stanniolbelag aufgeklebt wird. Ist dies geschehen, so wird der ganze Streifen in siedendes Paraffin getaucht und der Rand der einen Schmalseite so umgelegt und verklebt, daß durch den Klebefalz ein kleines Holzstäbchen gesteckt werden kann, an dem später die beiden Zugspiralen eingehängt werden (vgl. Abb. 20).

Der ganze Mechanismus wird darauf nach Abb. 18 in ein sauberes, aus paraffiniertem Holze hergestelltes Kästchen eingebaut. Die beiden Drahtspiralen, die man durch Umwickeln eines Bleistifts mit feinem Klaviersaitendraht herstellen kann, werden in zwei kleine, in die Rückwand des Kästchens eingedrehte Ringösen eingehängt; darauf wird die Holzwalze, an der der Papierstreifen mit breitkopfigen Drahtstiften befestigt wurde, in die Lagerbohrungen eingesetzt.

Der Federzug der beiden Spiralen muß so ausgeglichen werden, daß sie nicht imstande sind, den Streifen selbsttätig abzurollen, denn sie haben lediglich die Aufgabe, dem Papierband eine so große Spannung zu verleihen, daß er sich unter sanftem Druck an den Holzzylinder schmiegt.

Als letzte Aufgabe bleibt noch übrig, die beiden Stanniolbelege mit den Anschlußklemmen zu verbinden. Dazu verwendet man gut isolierte Leitungsschnur, deren Enden mit dem abrollbaren Belag durch Vernähen und mit der Holzwalze durch Verschrauben verbunden werden.

Eine wesentliche Verbesserung des Kondensators wird erzielt, wenn man die Holzwalze durch einen kleinen Glaszylinder ersetzt. Auf den Zylinder wird der Stanniolbelag unter Verwendung von Eiweiß aufgeklebt und durch Umwicklung mit einer Glimmerscheibe von $^1/_{25}$ mm Stärke gut isoliert. Die Stelle des Papierbandes ersetzt ein von seinem Gelatinebelag befreiter Rollfilm, dessen Rückseite mit Stanniol beklebt wird. Die beiden Belege sind nur durch das dünne Glimmerhäutchen voneinander getrennt, wodurch sich die Kapazität des Kondensators auf etwa 10 000 cm erhöht. Für Abstimmzwecke ist ein Kondensator von derart hoher Kapazität nicht gut brauchbar, weshalb man in diesem Falle die Breite der wirksamen Stanniolbelege mit höchstens 10 mm ansetzt; dadurch wird eine maximale Kapazität von 2000 cm erreicht.

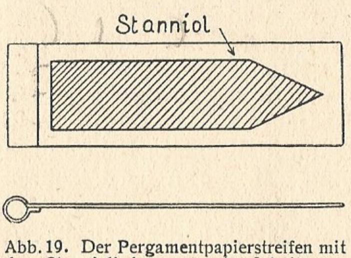


Abb. 19. Der Pergamentpapierstreifen mit dem Stanniolbelag, unten im Schnitt, um den Klebfalz zu zeigen.


Abb. 20. Die mit Stanniol überzogene Walze und der Pergamentstreifen mit den Spannfedern

Beim Gebrauch wird der Kondensator zweckmäßig mit einem Feinabstimmkondensator (s. S. 11 ff.) parallel geschaltet.

8. Glimmerkondensatoren bestimmter Kapazität.

Bei der Selbstherstellung von Glimmerkondensatoren empfiehlt es sich, den Belegen stets dieselbe Größe zu geben, so daß eine Kapazitätsbestimmung ohne Berechnung in ganz einfacher Weise durchgeführt werden kann. Wählt man z. B. eine Beleggröße von 30 × 10 mm (mit einer wirksamen Fläche von 20 × 10 mm), so steht ein für allemal fest, daß ein aus zwei solchen Stanniolblättern zusammengestellter Kondensator eine Kapazität von 250 cm besitzt, wenn die beiden Belege voneinander durch eine Glimmerschicht von $^1/_{25}$ mm Dicke getrennt sind. Durch Hinzufügen jedes weiteren Stanniolblatts erhöht sich die Kapazität um 250 cm, so daß also zur Herstellung eines Kondensators von 1000 cm Kapazität 5, eines Kondensators von 2000 cm Kapazität 10 Stanniolblätter von der angegebenen Größe erforderlich sind.

Es leuchtet ohne weiteres ein, daß auf diese Weise alle Kapazitäten von 250 cm zu 250 cm erreichbar sind. Will man auch andere Werte zusammenstellen, so muß man die Oberflächengröße der Belege entsprechend verändern. Nimmt man von der vorgeschlagenen Beleggröße nur $^4/_5$, so erhält man auch nur $^4/_5$ der angegebenen Kapazität: Zwei Blätter von der Größe 24 × 10 mm, die voneinander durch eine Glimmerschicht von $^1/_{25}$ mm Dicke getrennt sind, haben also eine Kapazität von 200 cm, die durch Hinzufügen jedes weiteren Stanniolblatts gleicher Größe auf 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400 usw. usw. gesteigert werden kann.

Im folgenden ist die Selbstherstellung solcher Glimmerkondensatoren beschrieben:

Die einzelnen Metallbelege von der Größe 30 × 10 mm werden aus guter Aluminium-, Zinn- oder Kupferfolie ausgeschnitten und unter Dazwischenlegen von dünnen Glimmerscheiben so aufeinandergeschichtet, daß die geradzahligen Metallbelege die Glimmerplättchen nach der einen, die ungeradzahligen Belege nach der andern Seite um je 5 mm überragen, während an den drei übrigen Teilen ein „Kriechraum" von je 5 mm bleibt.

Die genaue Dicke der Glimmerplättchen, deren Größe 30×20 mm beträgt, ist sehr wesentlich, da von der Dicke des Dielektrikums die Kapazität des Kondensators in hohem Maße abhängt. Die beim Radiohändler erhältlichen dicken Glimmerscheiben müssen unter Verwendung einer alten Rasierklinge so lange gespalten werden, bis die erforderliche Stärke von $^1/_{25}$ mm erreicht ist, was mit einem Mikrometer nachgemessen wird.

Um ein nachträgliches Verschieben der Metallbelege zu vermeiden, werden sie beim Schichten des Kondensators unter Verwendung von Zaponlack auf die Glimmerplättchen gekittet, so daß der fertige Kondensator einen festen Block darstellt und ein Kurzschluß im Innern ausgeschlossen erscheint.

Der fertige Kondensator wird zwischen zwei 1 mm starke Hartgummiplättchen von der Größe 30 × 20 mm gelegt, die man mit einer Lage feiner Nähseide sauber umwickelt, und dann auf eine etwas größere, 5 mm starke Hartgummiplatte geschraubt. Um ein Zerreißen der überragenden Metallappen beim Anschrauben des Kondensators zu vermeiden, werden unter den Kopf der durch die Metallappen gehenden Schrauben kleine Messingunterlagscheiben gelegt, mit denen man später die Anschlußdrähte verlötet.

Soll der Kondensator zu Experimentierzwecken verwendet werden, so empfiehlt es sich, ihn nach S. 21 mit Messerkontakten zu versehen.

9. Glimmerkondensatoren mit Messerkontakten.

Beim Ausprobieren und Zusammenstellen neuer Empfangsschaltungen geht immer sehr viel Zeit dadurch verloren, daß die günstigsten Werte der in die Kreise geschalteten Blockkondensatoren durch Versuche ermittelt werden müssen. Bei dieser Arbeit haben sich die in Abb. 21 dargestellten Glimmerkondensatoren mit Messerkontakten ganz vorzüglich bewährt, da die zur Verfügung stehenden Kondensatoren der Reihe nach in rascher Aufeinanderfolge in die Kreise geschaltet werden können. Ein erreichter Vorteil kann dadurch unmittelbar im Fernhörer wahrgenommen werden, denn die Ergebnisse lassen sich ohne weiteres vergleichen, weil die sonst üblichen langen Zwischenpausen wegfallen.

Die Anfertigung der Kondensatoren geschieht am besten nach der auf Seite 19 f. angegebenen Methode. Man stellt eine Reihe

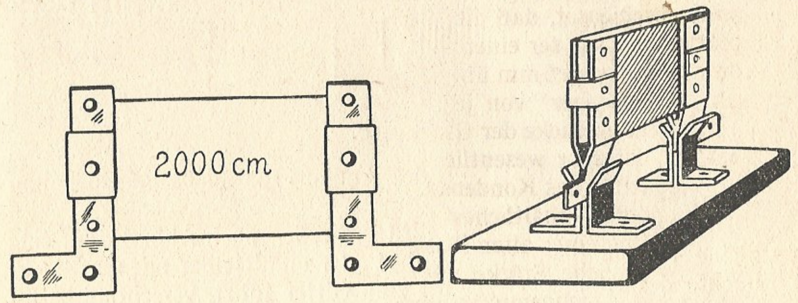


Abb. 21. Glimmerkondensator mit Messerkontakten.

Abb. 22. Hartgummisockel mit aufgestecktem Glimmerkondensator.

Glimmerkondensatoren her, die nach Art der Gewichtsätze so abgestuft sind, daß sich jeder Kapazitätswert zwischen 100 und 10 000 cm ohne weiteres zusammenstellen läßt.

Die Messerkontakte werden aus 1 mm starkem Messing- oder Kupferblech geschnitten und mit den Kondensatoren in der aus Abb. 22 ersichtlichen Weise vernietet. Weiter stellen wir aus 0,5 mm starkem Messingfederblech zwei Kontaktfedern her, wie sie bei den bekannten Hebelschaltern verwendet werden, und montieren je zwei dieser Federn so auf einen schmalen Hartgummisockel, daß die Glimmerkondensatoren mittels der Messerkontakte leicht eingesteckt werden können (vgl. Abb. 22).

Die die Kontaktfedern tragenden Hartgummileisten werden später je nach Art des Empfängers am Apparaterahmen, im Empfangskasten oder auf der horizontalen Grundplatte befestigt.

10. Ein einfacher Gitterkondensator.

Der in Abb. 23 dargestellte Gitterkondensator besteht aus einem 65 mm langen und 10 mm starken Stück Rundmessing, das von einem dünnen Glimmerhäutchen umgeben ist und auf das mehrere eng aneinanderliegende Windungen eines 1 mm starken emaillierten Kupferdrahts aufgewickelt sind. Durch geeignete Wahl der Windungszahl kann die Kapazität des Kondensators den gegebenen Verhältnissen angepaßt werden. Um ein Abrollen der Windungen zu verhüten, werden sie längs eines schmalen Streifens miteinander verlötet, nachdem die Isolation vorher sorgfältig abgeschabt wurde. Beim Betrieb wird der Messingkern des Kondensators einerseits, die Drahtumwicklung andererseits in den Gitterkreis des Audions (parallel zum Hochohmwiderstand) geschaltet.

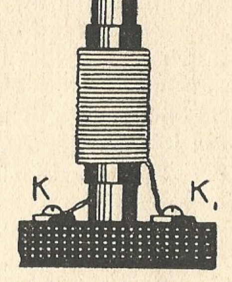


Abb. 24. Auf Hartgummisockel montierter einfacher Gitterkondensator.

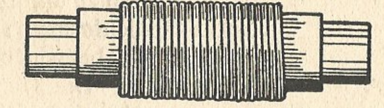


Abb. 23. Einfacher Gitterkondensator.

Der fertige Kondensator wird entweder nach Abb. 24 auf eine kleine Hartgummiplatte montiert oder unmittelbar mit der Steckbuchse des Röhrensockels, die zum Gitter führt, verschraubt. Im letzten Falle muß der Messingkern an einem Ende mit einem Gewinde versehen sein, das ein Anschrauben auf die Steckbuchse (an Stelle der Gegenmutter) gestattet.

Der Kondensator besitzt einen Kapazitätswert von 250—300 cm.

ZWEITES KAPITEL.

Selbstinduktionsspulen und Spulenkoppler.

Kapazitätsarme Selbstinduktionsspulen können auf verschiedene Weise hergestellt werden. Es gibt „Zylinderspulen“, „Flachspulen“ und „Honigwabenspulen“. Die ersten beiden Spulenarten haben für den Bastler insofern ganz besonderes Interesse, als sie hauptsächlich für kurze Wellen in Frage kommen. Zylinderspulen kann man bis 1200 m Wellenlänge verwenden, während die Flachspulen bis etwa 3500 m sehr gut brauchbar sind. Für größere Wellenlängen nimmt man sie nur deshalb nicht, weil beide Spulenarten dann zu unförmig werden. Die elektrischen Eigenschaften beider Spulenformen sind so gut, daß sie bei richtiger Ausführung der Honigwabenwicklung als vollständig ebenbürtig bezeichnet werden müssen. Die Honigwabenwicklung wird daher eigentlich erst dann unentbehrlich, wenn die langen Wellen der Großstationen aufgefangen werden sollen, was die kapazitätsfreie Unterbringung großer Drahtmengen auf geringstem Raume erfordert. Für kurze Wellen kann man die Honigwabenspulen stets durch die einfacheren Zylinder- oder Flachspulen ersetzen.

I. Spulen für galvanische Kopplung.

1. Eine einfache Schiebespule für kurze Wellenlängen.

Aus einer Pappröhre von 220 mm Länge, 56 mm lichter Weite und 2 mm Wandstärke wird unter Verwendung zweier quadratischer Hartholzscheiben von 100 mm Seitenlänge nach Abb. 25 eine saubere Drahtspule hergestellt.*) Die beiden Endscheiben werden aus je zwei

*) Hat man keine passende Pappröhre von irgend einer Versandrolle für Zeichnungen zur Verfügung, so muß man den Spulenkörper selbst herstellen. Man nimmt dazu einen zylindrischen Gegenstand von etwas geringerem Durchmesser wie die gewünschte Spule, z. B. eine Flasche, und umwickelt ihn mit einer Lage Bindfaden, dessen eines Ende man herausstehen läßt. Dann schneidet man aus kräftigem Zeichenpapier oder dünner Pappe einen Streifen, der etwas breiter als die gewünschte Spule ist. Diesen Streifen bestreicht man mit dünnflüssigem, gut warmem Leim und rollt unter stetem Glattstreichen und Andrücken so viel auf die Form, bis die erforderliche Wandstärke von etwa 2,5 mm erreicht ist. Zuletzt wickelt man um das Ganze einige Bindfadenwindungen, um ein Aufrollen

1 cm starken Hartholzbrettchen, wovon je eines mit einem kreisrunden Ausschnitt von 60 mm Durchmesser versehen ist, zusammengesetzt (vgl. Abb. 26). Beide Scheiben werden mit Glaspapier sauber abgeschliffen, die Kanten mit einer feinen Holzraspel verbrochen und die Ecken abgerundet. Hierauf werden die Scheiben mit Nußbaumbeize behandelt und poliert.

Ehe wir die Pappröhre mit den Endscheiben verleimen, wird sie mit 35—40 m 0,6 mm starkem, doppelt mit Baumwolle umsponnenem Kupferdraht bewickelt. Bei der Bewicklung geht man folgendermaßen zu Werke: Etwa 15 mm vom Rande der Spule entfernt werden mit einem spitzen Nagel drei dicht übereinanderliegende

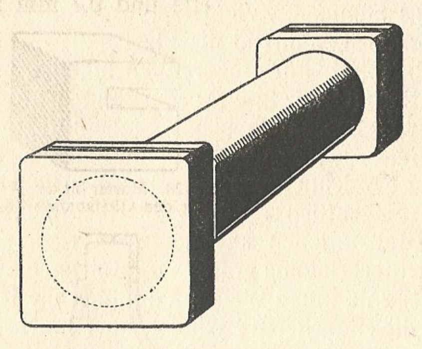


Abb. 25. Die aus einer Papprröhre und zwei viereckigen Hartholzscheiben zusammengesetzte Spule.

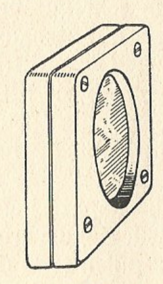


Abb. 26. Eine der Endscheiben für die Spule.

Löcher eingestochen; hierauf wird der Draht so durch die Löcher gezogen, daß er sich nach dem Verlassen des dritten Loches auf der Außenseite der Spule befindet, während das etwa 10 cm lange Drahtstück, das wir zu Beginn der Wicklung frei zu lassen haben und das später mit der Klemme K_1 verbunden wird, im Innern der Spule liegt (Abb. 27). Beim Wickeln muß man besonders darauf achten, daß der Draht stets straff angezogen und Windung an Windung gereiht wird; Zwischenräume dürfen also nicht bleiben.

---

der Spule zu verhindern. In diesem Zustand läßt man trocknen. — Nach dem Trocknen zieht man den Bindfaden zwischen der Form und dem Papierzylinder heraus, worauf man den Kern mühelos entfernen kann. Jetzt schneidet man vorsichtig längs einer vorgezeichneten Linie mit einem scharfen Messer an beiden Enden des Rohres das Überflüssige weg, glättet die Ränder mit feinem Schmirgelpapier und lackiert die fertige Hülse mit einem Isolierlack innen und außen, um ein Anziehen von Feuchtigkeit zu verhüten.

Ist aller Draht aufgewickelt, so wird sowohl die Drahtlage wie auch die übrige Pappspule mehrere Male mit dickflüssigem Zaponlack bestrichen. Sodann beschaffen wir uns ein 29 cm langes Messingband von 2 mm Stärke und 10 mm Breite, das wir 15 mm von beiden Enden entfernt rechtwinklig umbiegen, um die umgebogenen Lappen im Diagonalenschnittpunkt mit einem 5 mm weiten Loch zu versehen. Hierauf wird nach Abb. 28 aus Isoliermaterial ein Würfel von 15 mm Kantenlänge ausgeschnitten, den man 10 mm vom unteren Rande entfernt mit einem 10 mm tiefen, 2 mm breiten, horizontalen Einschnitt versieht.

Für den Gleitkontakt benötigen wir einen federnden Messingstreifen von 100 mm Länge, 15 mm Breite und 0,7 mm Stärke,

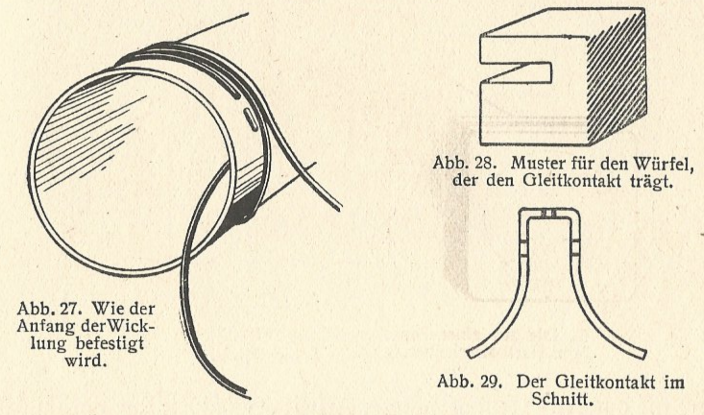


Abb. 27. Wie der Anfang der Wicklung befestigt wird.

Abb. 28. Muster für den Würfel, der den Gleitkontakt trägt.

Abb. 29. Der Gleitkontakt im Schnitt.

dem wir die aus Abb. 29 ersichtliche Form geben, um ihn dann nach Abb. 30 mit dem soeben angefertigten Hartgummiwürfel zu verschrauben. Den fertigen Gleitkontakt schieben wir auf die Messingschiene; er muß sich darauf mit leichter Reibung hin- und herbewegen lassen.

Abb. 30 zeigt, wie die Einzelteile der Schiebespule zusammengebaut werden. Die beiden Endscheiben werden mit der Pappröhre verleimt, nachdem wir das etwa 10 cm lange Drahtstück, das bei Beginn des Wickelns freigelassen wurde, durch ein in die rechte Endscheibe gebohrtes Loch nach außen gezogen und unter der Apparateklemme K_1 festgeklemmt haben. Das andere Ende der Drahtwicklung bleibt frei.

Sodann wird die Spule mit einem 30 cm langen, 10 cm breiten und 2 cm starken Grundbrett von unten her verschraubt. Die schon angefertigte Messingschiene, auf der der Gleitkontakt hin und her geschoben werden kann, wird später in der Weise an den beiden

Endscheiben befestigt, daß sich der Gleitkontakt beiderseits eng an die Drahtwicklung anschmiegt. Ehe wir die Führungsschiene endgültig mit den Endscheiben verschrauben, fahren wir mit dem Gleitkontakt mehrmals hin und her, damit die Isolation an der Berührungsstelle leicht aufgescheuert wird, nehmen dann den Gleitkontakt weg und entfernen vermittelst eines schmalen Streifens Glaspapier, den wir auf ein 3 cm breites Holzlättchen aufgeleimt haben, längs der aufgescheuerten Zone die Umspinnung des Drahtes. Da die Wicklung vorher reichlich mit Lack getränkt wurde, geht diese Arbeit ganz glatt von statten, so daß sich nur die obere Schicht der Umspinnung ablöst, während die gegenseitige Isolation der einzelnen Windungen untereinander vollständig bewahrt bleibt. Erste Bedin-

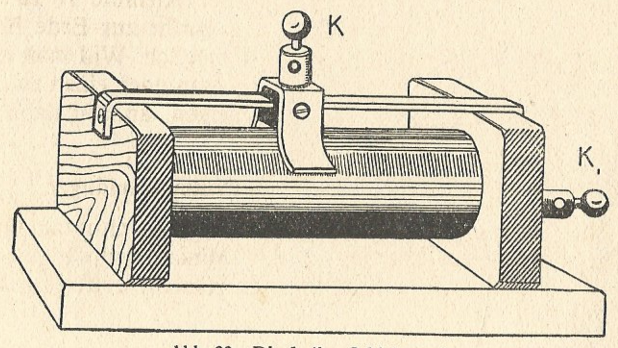


Abb. 30. Die fertige Schiebespule.

gung für das gute Gelingen dieser Arbeit ist jedoch das Vorhandensein einer sauberen, sehr festen Drahtwicklung.

Tritt überall längs des schmalen Streifens das blanke Kupfer zutage, so setzen wir die Führungsschiene samt Gleitkontakt wieder auf und verschrauben die Schiene in der Weise mit den Endscheiben, daß sich beide Kontaktfedern unter starkem Druck an die blanke Zone pressen, so daß eine innige Verbindung zwischen Drahtwicklung und Kontaktschieber gesichert ist.

Beim Gebrauch wird die Selbstinduktionsspule an den Klemmen K und K_1 in den Schwingungskreis geschaltet. Durch Verschieben des Gleitkontakts kann der Wert der Selbstinduktion ziemlich stetig verändert werden.

Die Spule eignet sich insbesondere als Antennenverlängerungsspule, durch deren Zuschaltung der Wellenbereich einfacher Empfangsgeräte vergrößert werden kann. Für die Zuschaltung muß man wissen, ob das Gerät ein Primär- oder ein Sekundärempfänger ist.

Bei Primärempfängern, die keinen abstimmbaren Zwischenkreis besitzen, ist die Zuschaltung immer möglich. Bei Sekundärempfängern nur dann, wenn der Apparat nicht plombiert ist. Bei plombierten Apparaten hat die Zuschaltung keinen Zweck, da dann nur der Antennenkreis auf die langen Wellen abgestimmt werden kann, nicht aber der geschlossene Zwischenkreis, dessen elektrische Verhältnisse ja nicht verändert werden können, weil er vollständig im Innern des Gehäuses untergebracht ist. Antennenkreis und Zwischenkreis lassen sich also nicht zur Resonanz bringen.

Die Schiebespule kann bei einfachen Kristallempfängern auch unmittelbar als Abstimmittel benützt werden. Sie wird in diesem Falle an den Klemmen K und K_1 in den geschlossenen Schwingungskreis eingeschaltet. Die Antenne ist mit der Klemme K zu verbinden, während von der Klemme K_1 ein Draht zur Erde führt. Eine Veränderung der Kopplung ist nicht möglich. Will man auch den Grad der Kopplung verändern, so muß man noch einen zweiten Schiebekontakt auf die Führungsschiene setzen, an den dann der geschlossene Kreis angeschaltet wird.

2. Eine Abstimmspule für einfache Primärempfänger.

Die in Abb. 31 dargestellte Abstimmspule eignet sich infolge ihrer kleinen Abmessungen insbesondere für Miniaturempfänger, für solche Geräte, die in einem kleinen flachen Kästchen untergebracht werden sollen. Die Spule besteht aus einer plattgedrückten Drahtwicklung von insgesamt 100 Windungen 0,6 mm starken Drahtes, auf denen ein Gleitkontakt schleift, so daß je nach Bedarf die Windungszahl verändert werden kann.

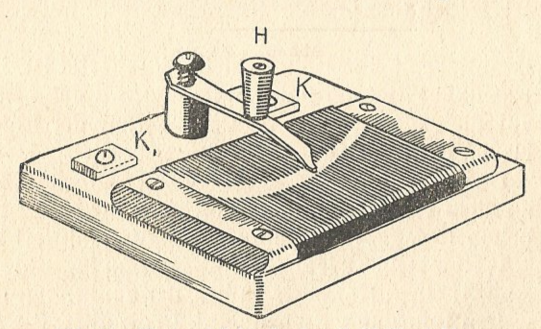


Abb. 31. Flachgedrückte Spule mit Gleitkontakt.

Aus 1 cm starkem Hartholz wird ein Brettchen von 115 mm Länge und 80 mm Breite ausgeschnitten, dessen beide Langseiten mit der Holzraspel und unter Verwendung von Glaspapier sauber abgerundet werden. Hierauf wird das Brettchen mehrmals mit Zaponlack bestrichen. Der zweite Anstrich wird erst dann aufgetragen, wenn der erste vollkommen trocken ist.

Wir benötigen weiter etwa 13 m 0,5 mm starken Kupferdrahts (doppelt mit Baumwolle umsponnen), dessen Anfang mehrmals um eine in das Holzbrettchen eingedrehte Schraube geschlungen wird, nachdem ein etwa 15 cm langes Stück am Anfang des Drahtes freigelassen wurde. Dieses Stück wird später mit der Klemme K_1 verbunden. Sodann wird mit der Wicklung des Drahtes begonnen.

Man muß hierbei, wie schon früher bemerkt wurde, besonders darauf achten, daß der Draht sehr straff und fest aufgewickelt wird. Die einzelnen Windungen müssen eng nebeneinander liegen und dürfen sich auf keinen Fall gegeneinander verschieben lassen (Abb. 32). Zur Versteifung der Drahtlage und zur Erhöhung der Isolierfähigkeit der Baumwollumspinnung des Kupferdrahts wird nach beendeter Wickelarbeit und nachdem das Ende des Drahtes ebenfalls unter einer Rundkopfschraube festgeklemmt wurde, ein mehrmaliger Zaponlackanstrich auf die Wicklung aufgetragen, so daß die ganze

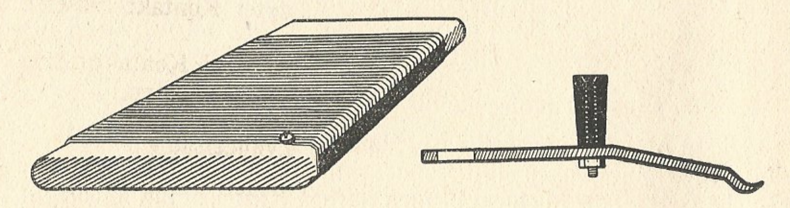


Abb. 32. Das fertig bewickelte Hartholzbrett. Abb. 33. Der Kontaktarm.

Drahtlage in eine Isolierschicht eingebettet ist. Dies erhöht zwar die Eigenkapazität der Spule ein wenig; wir nehmen jedoch im Hinblick auf die dadurch erreichte Verbesserung der Isolation diesen kleinen Nachteil mit in Kauf.

Das Holzbrettchen, auf das der Draht aufgewunden wurde, wird an allen vier Ecken durchbohrt und die ganze Spule auf ein sauber behobeltes, gebeiztes und poliertes Grundbrett aufgeschraubt.

Weiter stellen wir aus 0,7 mm starkem federnden Messingblech nach Abb. 31 einen Kontaktarm her, der am breiten Ende mit einer 4 mm weiten Bohrung versehen wird. In die Mitte des Armes wird ein Loch von 3 mm Weite gebohrt, in das ein kleiner Hartgummigriff H vermittelst einer kleinen Messingmutterschraube eingesetzt wird (Abb. 33).

Die Lagerung des Drehhebels geht aus Abb. 34 hervor. Auf die 4 cm lange Holzschraube, die in das Grundbrett eingedreht ist, wird eine kleine Unterlegscheibe und eine auseinandergezogene Spiralfeder von 15 mm Länge aufgeschoben, so daß der Drehhebel unter beträchtlichem Druck auf die Drahtwicklung gepreßt wird. Der

Hebel selbst dreht sich auf einem 2 cm hohen, zentrisch durchbohrten Holzzylinderchen von 15 mm Durchmesser, das an der betreffenden Stelle mit dem Grundbrett verleimt wird.

Längs der Strecke, wo der Kontakthebel auf der Drahtwicklung schleift, wird mittelst eines scharfen Messers die oberste Schicht der

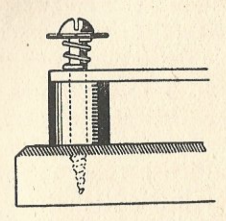


Abb. 34. Die Lagerung des Kontaktarms.

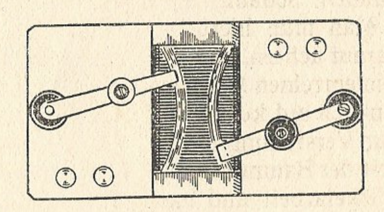


Abb. 35. Flachgedrückte Spule mit zwei Gleitkontakten.

Isolation vorsichtig abgelöst, so daß ein guter Kontakt zwischen Wicklung und Kontakthebel vorhanden ist.

Abb. 35 zeigt dieselbe Abstimmspule mit zwei Kontakthebeln, wodurch der Grad der Kopplung verändert werden kann.

3. Eine kontinuierlich schaltbare Zylinderspule.

Die gewöhnlichen Zylinderspulen, bei denen vermittelst eines Gleitkontakts die Zahl der wirksamen Windungen geregelt werden kann, kranken alle daran, daß nach längerem Gebrauch die Kontaktgebung mangelhaft wird; der von der Antenne kommende Hochfrequenzstrom wird dann infolge des hohen Widerstandes der Kontaktstelle hier schon verbraucht. Darunter leidet natürlich die Lautstärke, so daß nur ein schwacher und oft sehr schlechter Empfang zustande kommt.

Bei der in Abb. 36 dargestellten Zylinderspule ist dieser Nachteil vollkommen vermieden. Die Anfertigung eines Gleitkontakts, für den Anfänger ohnehin eine immer ziemlich kniffliche Sache, ist unnötig. Die Windungen sind einzeln an Kontaktknöpfe gelegt, auf denen ein solider Kontaktarm schleift. Zwischen der Selbstinduktionsspule und den übrigen Empfangsapparaten besteht also die denkbar beste leitende Verbindung.

Zur Anfertigung benötigen wir eine Pappspule von 12,5 cm Durchmesser und 4 cm Länge, die wir, wenn keine geeignete Röhre von solcher Weite aufzutreiben ist, in der auf S. 23 f. beschriebenen Weise selbst herstellen. Die Spule soll mindestens 2 mm Wandstärke haben. Beim Verleimen des Papiers muß man darauf bedacht sein, alle ent-

stehenden Blasen sofort mit der Hand wegzustreichen, damit die fertige Röhre die erforderliche Dichte und Festigkeit besitzt.

Die Wicklung wird aus Kupferdraht von 0,5 mm Stärke erstellt, den wir in 20 Windungen auf die Spule bringen, und zwar so, daß nach Fertigstellung jeder Windung eine Abzweigung nach dem zugehörigen Kontaktknopf geführt wird. Wie man dies am besten bewerkstelligt, geht aus den Abb. 37 bis 39 deutlich hervor. Wir nehmen eine Nadel und stechen damit 8 mm vom Rande der Spule entfernt ein Loch 1 ein, durch das wir den Draht nach Abb. 37a hindurchziehen. Wenige Millimeter daneben befindet sich auf gleicher Höhe ein zweites Loch 2 (in der Abbildung der Deutlichkeit halber etwas tiefer gezeichnet), durch das der Draht von außen nach innen ebenfalls durchgezogen wird. Auf diese Weise ist der Anfang des Drahtes, der später mit dem Kontaktknopf verbunden wird, an der Spule befestigt, und wir können nun mit dem Wickeln beginnen. Wir schlingen den Draht

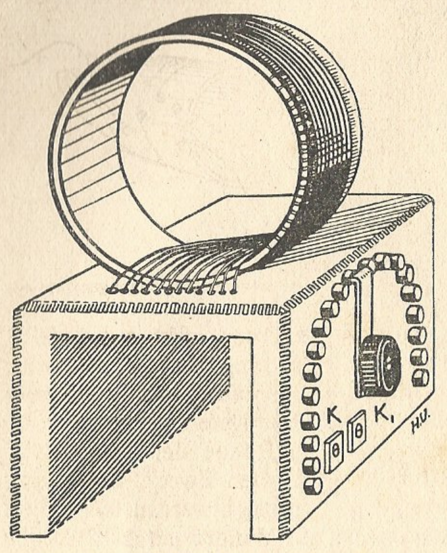


Abb. 36. Zylinderspule mit einzeln schaltbaren Windungen.

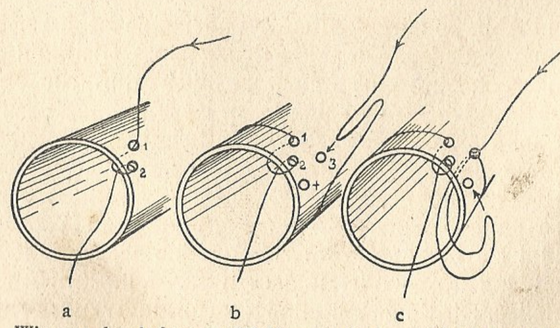


Abb. 37. Wie man den Anfang der Wicklung festlegt und wie die erste Abzweigung hergestellt wird.

nach Abb. 37b einmal um die Spule und bilden eine Schleife, die wir durch das Loch 3 schieben. Die Schleife muß ungefähr 15 cm lang sein. Neben dem Loch 3 befindet sich das Loch 4, durch das die Schleife von außen nach innen geschlungen wird (Abb. 37c), genau in derselben Weise, wie dies schon bei Beginn der Wicklung gemacht wurde. Hierauf wird der Draht abermals um die Spule geschlungen und wieder eine Schleife gebildet, die wir nach Abb. 38 in das Loch 5 stecken. In dieser Weise fährt man beim Wickeln fort.

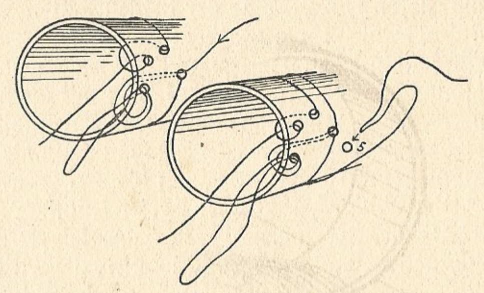
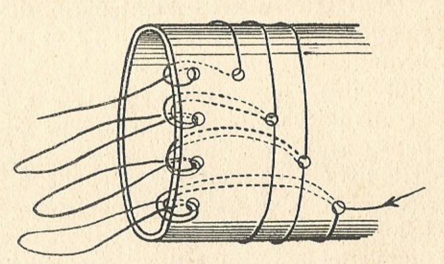


Abb. 38. Wie man die weiteren Abzweigungen herstellt.

Wie die einzelnen Löcher angeordnet werden, geht aus Abb. 39 deutlich hervor. Wir sehen in dieser Abbildung vier untereinanderliegende Löcher 5 mm vom Rande der Spule entfernt, außerdem vier weitere Löcher, die jeweils nach Fertigstellung einer vollen Windung eingestochen werden. Die am Rande der Spule untereinanderliegenden Löcher haben lediglich den Zweck, den Drahtschlingen, die von den Windungen abgezweigt werden, einen Halt zu geben. In Abb. 39 wurden die einzelnen Windungen der Deutlichkeit halber stark auseinandergezogen eingezeichnet; in Wirklichkeit liegen die einzelnen Windungen natürlich ohne Zwischenraum eng aneinander!


Abb. 39. Die Anordnung der Löcher für die Abzweigungen.

Haben wir auf solche Weise 20 Windungen aufgewickelt und jedesmal in der beschriebenen Weise eine etwa 15 cm lange Schleife abgezweigt, so wird die ganze Drahtlage und auch die übrige Spule mit ziemlich dickflüssigem Zaponlack bestrichen.

Die nächste Aufgabe ist, die Drahtspule nach Abb. 36 in sachgemäßer Weise auf ein Holzkästchen zu montieren, an dessen Seitenwand ein Kontaktarm mit 20 Kontaktknöpfen angeordnet ist.

Zur Herstellung des Holzkästchens benötigen wir zwei 1 cm starke Brettchen von der Größe 95 × 90 mm und eine ebenso starke 140 mm lange und 95 mm breite Grundplatte. Die drei Brettchen werden nach Abb. 36 miteinander verleimt und gut verschraubt. Vorher montieren wir auf eine der beiden Seitenwände einen Kontaktarm, den wir aus 1 cm starkem Messingblech und unter Verwendung eines käuflichen Hartgummiknopfes nach Abb. 40 herstellen; die Montage geschieht derart, daß er auf 20 halbkreisförmig angeordneten Kontaktknöpfen schleift. Die Kontaktknöpfe kann man vom Radiohändler fertig beziehen; man kann als Ersatz auch sogenannte Ziernägel mit glatten, runden Köpfen verwenden.

Die Spule wird mittelst zweier Rundkopfschrauben auf die obere Platte des Kästchens geschraubt. Die Drahtschlingen sind durch eng nebeneinanderliegende Löcher, die wir mit dem Drillbohrer gebohrt haben, nach unten zu ziehen und an die Kontaktknöpfe zu legen. Man muß dabei gut darauf achten, daß sämtliche Schleifen mit den richtigen Knöpfen verbunden werden: Schleife 1 mit Knopf 1, Schleife 2 mit Knopf 2, Schleife 3 mit Knopf 3 usw. Auf keinen Fall darf die Reihenfolge der Schleifen verwechselt werden, da sonst eine stetige Abstimmung unmöglich ist!

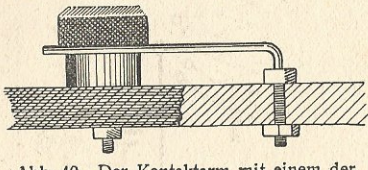


Abb. 40. Der Kontaktarm mit einem der 20 Kontaktknöpfe.

Die letzte Arbeit besteht darin, die Schleifen mit den Knöpfen zu verbinden. Um einen guten Kontakt zu erhalten, vermeiden wir Schraubenverbindung und ziehen eine gute Verlötung der stromführenden Teile vor. Zu diesem Zwecke werden die äußersten Enden der Drahtschleifen von der Isolation befreit und mit Schmirgelpapier sauber gereinigt. Dasselbe geschieht mit den auf der Rückseite der Seitenwand hervorschauenden Enden der in das Holz eingedrehten Kontaktknöpfe oder eingeschlagenen Ziernägel. Dann nehmen wir einen heißen Lötkolben mit gut verzinnter Schneide und verlöten die mit Lötwasser befeuchteten Metallteile miteinander. Bei solch kleinen Lötungen ist es vorteilhaft, wenn man die beiden Teile zuerst einzeln verzinnt und erst miteinander verfließen läßt, wenn sie beide mit einer Zinnhaut überzogen sind. Über die zweckmäßigste Verwendung der Spule ist im nächsten Abschnitt nachzulesen.

4. Eine stufenweise schaltbare Zylinderspule.

Die eben beschriebene Zylinderspule für Feinabstimmung besitzt infolge der verhältnismäßig geringen Windungszahl nur einen kleinen

Selbstinduktionswert. Sie muß deshalb beim Gebrauch mit einer zweiten Spule von größerer Windungszahl in Reihe geschaltet werden.

Die zweite Spule (Abb. 41) erhält eine Drahtwicklung aus insgesamt 100 Windungen, die in 5 Gruppen zu je 20 Windungen unterteilt ist. Die einzelnen Gruppen können in gleicher Weise, wie dies bei den

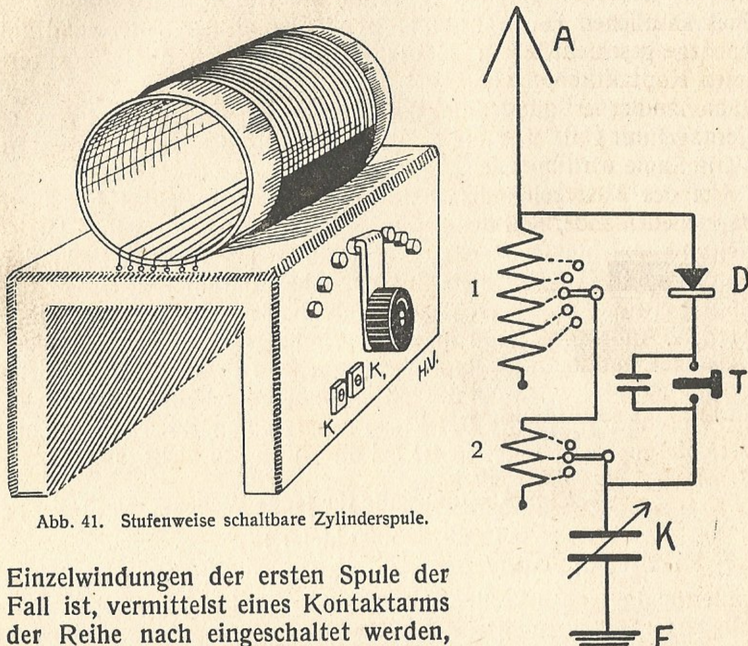


Abb. 41. Stufenweise schaltbare Zylinderspule.

Abb. 42. Schaltbild eines einfachen Kristallempfängers mit einer stufenweise schaltbaren Zylinderspule 1 zur Grobabstimmung und einer kontinuierlich schaltbaren Zylinderspule 2 zur Feinabstimmung. Der Drehkondensator *K* dient zur weiteren Verbesserung der Feinabstimmung; er kann in vielen Fällen weggelassen werden.

Einzelwindungen der ersten Spule der Fall ist, vermittelst eines Kontaktarms der Reihe nach eingeschaltet werden, so daß man bei Hintereinanderschaltung beider Spulen jede beliebige Windungszahl zwischen 1 und 120 genau einstellen kann. Will man z. B. 67 Windungen einschalten, so stellt man den Kontaktarm der Feinabstimmspule auf den Knopf 7 und den der zweiten Spule auf Knopf 3.

Bei Verwendung einer solchen Spulenkombination in Empfangsschaltungen kann man u. U. von der Zuschaltung eines Drehkondensators absehen, weil die Spulen allein schon eine sehr gute, vielfach vollkommen ausreichende Abstimmung erlauben.

Die Papprõhre, auf die der Draht gewickelt wird, besitzt einen Innendurchmesser von 120, eine Länge von 100 und eine Wandstärke

von 2 mm. Die Spule wird mit 100 Windungen 0,5 mm starken, doppelt mit Baumwolle umsponnenen Kupferdrahts bewickelt. Nach je 20 Windungen wird in der auf S. 30f. beschriebenen Weise eine Drahtschleife von etwa 15 cm Länge abgezweigt. Nach Fertigstellung der Wicklung wird die ganze Spule mit Zaponlack bestrichen und in der uns bekannten Weise auf ein Holzkästchen aufgebaut. Sodann werden die Drahtschlingen mit den an der Seitenwand des Kästchens angeordneten Kontaktknöpfen durch Verlötung verbunden.

Der erste der fünf Kontaktknöpfe wird mit der Klemme K verlötet, während die Klemme K_1 mit der Achse des Kontaktarmes in Verbindung steht.

Bei der Hintereinanderschaltung der beiden Spulen hat man darauf zu achten, daß der Strom beide Spulen in derselben Drehrichtung durchläuft. Man wird deshalb schon beim Wickeln der Spulen und besonders beim Zusammenbau darauf sehen, daß die Spulen entweder beide rechtsläufig oder beide linksläufig ausgeführt werden. Andernfalls muß man die Windungsrichtung nachträglich feststellen und dann die Spulen entsprechend zusammenschalten.

Abb. 42 zeigt, wie man die hintereinandergeschalteten Spulen in den Antennenkreis eines Detektor-Primärempfängers schaltet. Eine Veränderung der Kopplung ist bei diesen Spulen nicht möglich.

5. Eine Abstimmspule für lange Wellen.

(2000—20000 Meter.)

Die Herstellung einer sehr brauchbaren mehrlagigen Abstimmspule für die langen Wellen zwischen 2000 und 20000 Metern wird selbst den Anfängern unter den Radiobastlern nur geringe Schwierigkeiten bereiten.

Die in Abb. 43 dargestellte Zylinderspule besteht aus drei Lagen von 0,2 mm starkem, doppelt mit Baumwolle umsponnenem Kupferdraht, der in rund 1000 Windungen auf eine Papprõhre von 20 cm Länge und 10 cm Durchmesser gewickelt ist. Im ganzen sind 320 m Kupferdraht erforderlich. Das Aufwickeln des Drahtes darf nicht in der Weise geschehen, daß man zuerst eine Lage aufwickelt, dann die zweite Lage darüber wickelt und zuletzt die dritte Lage auf die beiden ersten aufträgt. Eine derartig gewickelte Spule hätte eine zu große Eigenkapazität und wäre für Abstimmzwecke unbrauchbar.

Man muß vielmehr den Draht in der Weise winden, wie es in Abb. 44 in stark vergrößertem Maßstab schematisch dargestellt ist. Die Zahlen geben die Reihenfolge an, in der die einzelnen Windungen ausgeführt werden. Man beginnt mit Windung 1 und 2, die

dicht nebeneinanderliegen, und führt den Draht nun so, daß die dritte Windung über den beiden ersten liegt; hierauf wird Windung 4 neben Windung 2 gelegt und Windung 5 auf Windung 2 und 4. Auf die Windungen 3 und 4 wird Windung 6 gelegt und nun wieder mit Windung 7 unten begonnen. Dann kommt Windung 8 über Windung 7, Windung 9 über Windung 8 usw. usw. Auf diese Weise erhält man eine dreilagige Drahtwicklung, die sehr günstige elektrische Eigenschaften besitzt. Sind auf solche Weise die ersten hundert Windungen aufgetragen, so befestigt man in der auf S.30 f. beschriebenen Weise den Draht an der Pappspule und zweigt eine Drahtschleife von hinreichender Länge ab, die man später nach Abb. 43 mit der zweiten Steckbuchse des Hartgummischaltbrettes verbindet. Hierauf fährt man mit dem Wickeln des Drahtes in der beschriebenen Weise fort und zweigt jedesmal nach hundert Windungen eine Drahtschleife ab, bis sämtlicher Draht verbraucht ist.

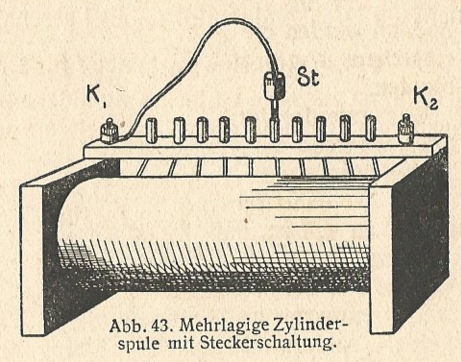


Abb. 43. Mehrlagige Zylinderspule mit Steckerschaltung.

Den Anfang des Drahtes verbindet man mit Klemme K_2, während das Ende an Klemme K_1, mit der der Kurzschlußstecker *St* in direkter leitender Verbindung steht, gelegt wird. Die Abzweigungen werden der Reihe nach mit den auf dem Hartgummibrettchen montierten Steckbuchsen verlötet. Die Steckbuchsen sind beim Radiohändler erhältlich, ebenso der Wanderstecker *St*.

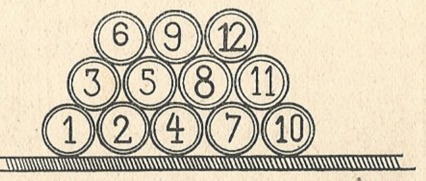


Abb. 44. Wicklungsschema für die mehrlagige Zylinderspule.

In Verbindung mit einem veränderlichen Kondensator von 1000 cm (= 0,0012 Mikrofarad) Kapazität erlaubt diese Abstimmspule eine stetige Wellenvariation zwischen 2000 und 20000 Metern. Bei kleinstem Kondensator und wenn von den 1000 Windungen der Spule 900 kurzgeschlossen sind, ist der Antennenkreis (eine normale Hochantenne von 50 m Drahtlänge vorausgesetzt) auf rund 2000 m

Wellenlänge abgestimmt. Eine Grobabstimmung erzielt man durch Veränderung der Selbstinduktion, während vermittelst des veränderlichen Kondensators die Zwischenräume der stufenweise veränderlichen Abstimmspule überbrückt werden können. Zur Feinabstimmung kann der auf S. 11 beschriebene Vernierkondensator, der zum Drehkondensator parallel geschaltet wird, benützt werden.

6. Ein einfaches Variometer für Rundfunkempfänger.

Abb. 45 zeigt ein einfaches Zylinderspulenvariometer. Es besteht aus zwei mit Kupferdraht bewickelten Spulen verschiedenen Durch-

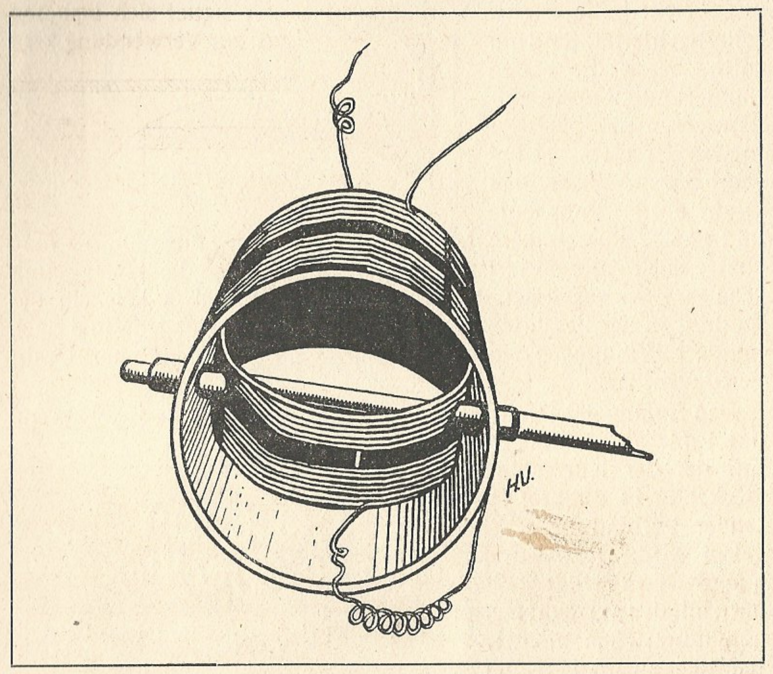


Abb. 45. Einfaches Variometer mit zylindrischen Spulen.

messers, die in der Weise angeordnet sind, daß die kleinere Spule im Innern der größeren Spule verdreht werden kann, und zwar derart, daß die Windungsrichtung im einen Falle bei beiden Spulen gleichgerichtet ist, im andern Falle aber in entgegengesetzter Richtung verläuft. Stehen die Spulen derart, daß der Strom beide in derselben Drehrichtung durchfließt, so verstärkt sich ihre Wirkung. Wird die innere Spule um 180° verdreht, so ändert sich die Wicklungsrichtung

der Drahtlage, und der Strom fließt jetzt in der zweiten Spule entgegengesetzt zur ersten. Dies hat zur Folge, daß sich die Wirkung beider Spulen aufhebt.

Eine derartige Spulenanordnung kann an Stelle eines veränderlichen Kondensators als Abstimmittel benützt werden; in der Radiotechnik wird auch sehr viel Gebrauch davon gemacht, weil die Herstellung eines Variometers viel einfacher ist als der Bau eines Drehkondensators. Die Stelle des Drehkondensators kann dann ein Blockkondensator einnehmen, dessen Selbstherstellung auf S. 15 ff. beschrieben ist.

Das im folgenden beschriebene Variometer eignet sich insbesondere für kurze Wellen, wie sie beim Rundfunk zur Verwendung kommen; es kann aber nach Zuschaltung von Antennenverlängerungsspulen (siehe S. 23 ff.) auch zur Fein-Einstellung für große Wellenlängen benützt werden. Wir benötigen eine Pappspule von 10 cm Außendurchmesser und 7 cm Länge und eine zweite Spule von 80 mm Durchmesser und 45 mm Länge, die wir später in der Höhlung der größeren Spule um eine Achse drehbar anordnen.*) In die äußere Spule wird zu diesem Zwecke an zwei diametral gelegenen Punkten je ein 25 mm langes Pappröhrchen von 10 mm lichter Weite nach Abb. 47 eingeleimt. Die beiden Röhrchen dienen später als Lager für die Drehachse der kleineren Spule. Die Achse selbst wird nach Abb. 48 aus einem 10 mm starken Rundholzstab von 150 mm Länge hergestellt und

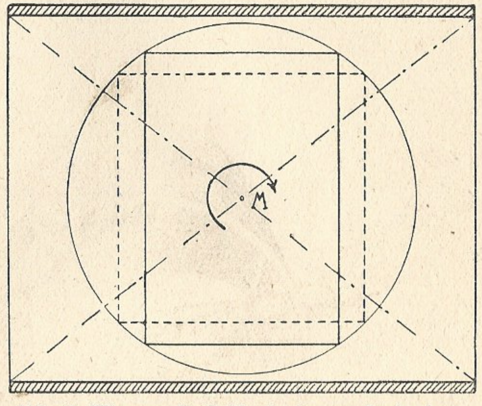


Abb. 46. Wie man die Größe der inneren Spule eines Variometers feststellt.

---

*) Wählt man aus irgendeinem Grunde andere Spulenmaße, so muß man darauf achten, daß sich die innere Spule auch wirklich in der äußeren drehen kann. Wie groß der innere Zylinder gemacht werden darf, ist leicht festzustellen. Man zeichnet die äußere Spule im Schnitt, zieht die Diagonalen und beschreibt um deren Schnittpunkt einen Kreis, dessen Radius um 2—3 mm kleiner sein soll wie derjenige der äußeren Spule. Ein in diesen Kreis konstruiertes Rechteck oder Quadrat ergibt die größten Außenmaße der inneren Spule (vgl. Abb. 46).

später in der Richtung eines Durchmessers durch die Mitte der kleineren Pappspule gesteckt.

Zur Bewicklung der Spulen verwenden wir doppelt mit Baumwolle umsponnenen Kupferdraht von 0,6 mm Stärke. 1 cm vom Rande der (größeren) Spule entfernt stechen wir vier eng hintereinanderliegende Löcher in die Pappspule, ziehen den Anfang des Drahtes durch sämtliche Löcher hindurch und lassen ein etwa 20 cm langes Stück frei. Sodann beginnen wir mit der Bewicklung der Spule, winden 15 eng nebeneinanderliegende Windungen auf der rechten Seite der Spule auf und gehen hierauf mit dem Draht zur linken Seite über, wo ebenfalls eine Drahtlage von 15 Windungen aufgetragen wird. Das Ende des Drahtes wird wiederum durch vier hintereinanderliegende Löcher gezogen und ein 20 cm langes Stück freigelassen.

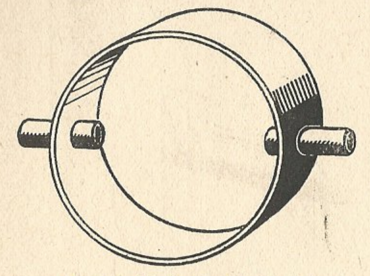


Abb. 47. Die äußere Spule mit den eingeleimten Pappröhrchen, die als Lager für die Drehachse der Innenspule dienen.

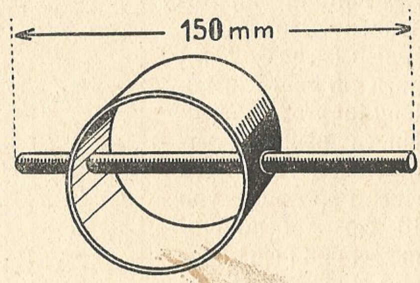


Abb. 48. Die Innenspule mit ihrer Drehachse.

In der Mitte der Spule bleibt bei dieser Wicklungsart zur Durchführung der Achse ein etwa 20 mm breiter Streifen frei, den die Verbindung der beiden Spulenhälften überquert. Um an dieser Stelle einen sicheren Sitz der Wicklung zu gewährleisten, schneidet man einen kleinen Kartenstreifen von etwa 20 mm Breite und vielleicht 80 mm Länge, den man durch einen schrägen Schnitt in der Mitte teilt, so daß zwei Trapeze entstehen. Diese klebt man, um Drahtstärke seitlich verschoben, auf die Pappspule, so daß der Draht beim Sprung über die freibleibende Stelle durch den schrägen Schlitz fixiert wird (vgl. Abb. 49).

In ganz derselben Weise und unter Verwendung von Kupferdraht von gleicher Stärke wird die zweite Spule bewickelt, nur mit dem Unterschied, daß insgesamt 38 Windungen (in zwei gleichgroßen Gruppen zu je 19 Windungen) aufgetragen werden. Zuletzt setzen wir die beiden Spulen in der aus Abb. 45 ersichtlichen Weise zusammen, so daß die innere Spule unter leichter Reibung in den La-

gern vermittelst eines Hartgummiknopfes verdreht werden kann und in jeder Stellung verharrt. Hierauf wird zwischen den beiden Spulen unter Verwendung einer biegsamen Leitungslitze von etwa 20 cm Länge leitende Verbindung hergestellt. Damit sich beim Drehen der inneren Spule die Leitungsschnur nicht verwickelt oder gar abreißt, bringt man in geeigneter Weise nach Abb. 50 auf der Achse einen Stift an, der nur eine Drehung der Spule um 180° zuläßt. An der Rückwand des Kastens, in den das Variometer eingebaut wird, sind zu diesem Zwecke an geeigneter Stelle zwei um 180° versetzte Anschlagstifte A und A^1 vorgesehen.

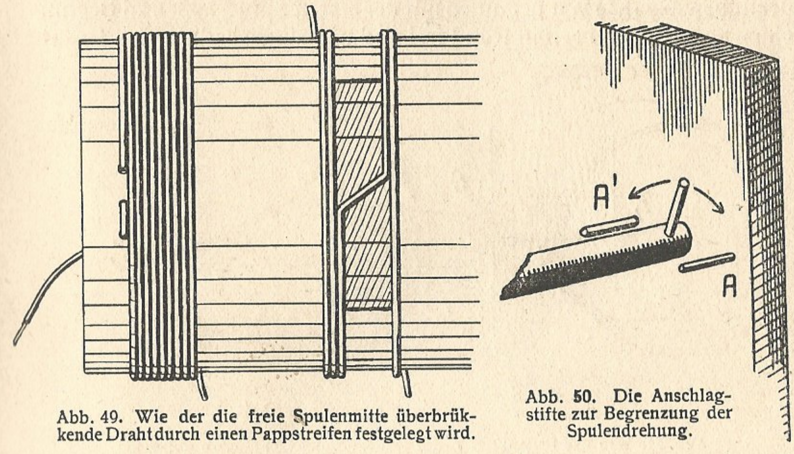


Abb. 49. Wie der die freie Spulenmitte überbrückende Draht durch einen Pappstreifen festgelegt wird.

Abb. 50. Die Anschlagstifte zur Begrenzung der Spulendrehung.

Die beiden freien Enden der Variometer-Wicklung werden mit zwei Anschlußklemmen verbunden.

7. Ein Schiebespulen-Variometer für Wellenlängen zwischen 200 und 600 m.

Das im folgenden beschriebene, in der Abb. 51 und 52 dargestellte Variometer, das auf einfachste Weise und ohne große Kosten selbst hergestellt werden kann, eignet sich zur Abstimmung des Wellenbereichs zwischen 200 und 600 m, es kommt also ebenfalls für einfache Rundfunkempfänger in Betracht.

Wir beschaffen uns eine 1 cm starke Hartholzplatte B von 22 cm Länge und 12 cm Breite, die wir nach Abb. 51 mit 1 cm starken und 2 cm breiten Randleisten versehen. Ferner benötigen wir vier Apparateklemmen T_1 bis T_4, die wir auf dem Grundbrett befestigen. Am einen Ende der Grundplatte ist ein senkrechtstehendes Hartholzbrett E von der Größe 75 × 90 mm aufgeschraubt. Zur Stützung

dieses Brettes dient ein Messingband S, das an beiden Enden mit einer Bohrung versehen ist und entsprechend mit dem Grundbrett und der senkrechtstehenden Wand verschraubt wird (bei D und F).

Zur Herstellung der beiden Drahtrollen benötigen wir zwei Pappröhren von verschiedener Weite, die wir in der auf S. 23 f. beschriebenen Weise aus festem Packpapier selbst herstellen. Die Länge der ersten Röhre, die einen Außendurchmesser von 50 mm besitzt, beträgt 150 mm. Die zweite Röhre ist nur 35 mm lang, hat aber 63 mm Durchmesser, stellt also einen breiten Ring dar. Beide Spulen werden mit 0,1 mm starkem, doppelt mit Baumwolle umsponnenem Kupferdraht bewickelt.*) Wir beginnen mit der ersten Spule, lassen zu Beginn einen etwa 15 mm breiten Rand frei und befestigen sodann den Draht

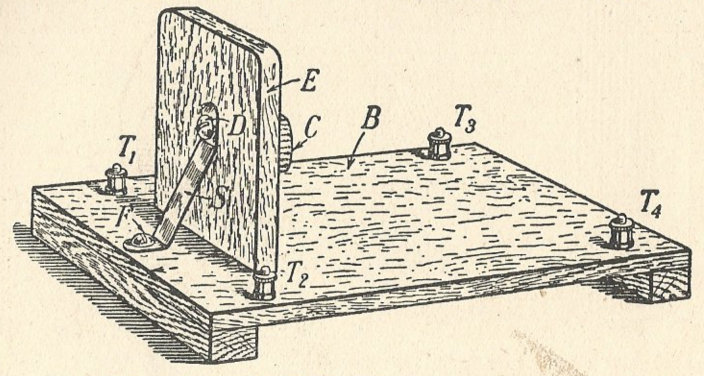


Abb. 51. Wie das Seitenbrett E des Schiebespulenvariometers auf dem Grundbrett B befestigt wird. (Nach John Scott-Taggart.)

in der bekannten Weise, indem wir ihn durch mehrere hintereinanderliegende Löcher ziehen. Wenn insgesamt 33 Windungen aufgetragen sind, wird das Ende des Drahtes ebenfalls festgelegt und ein etwa 30 cm langes Stück Draht freigelassen. Die fertige Drahtwicklung wird mit Zaponlack überzogen; sodann wird die Spule zum Trocknen beiseitegestellt. Bei der Bewicklung der zweiten Röhre verfährt man in gleicher Weise; es werden jedoch nur 31 Windungen aufgebracht.

Beide Spulen werden übereinandergeschoben und die innere Spule in der aus Abb. 52 ersichtlichen Weise mit dem Ansatzstück *C* des Seitenbretts E verleimt (heißen Tischlerleim nehmen!) und ver-

---

*) Angemerkt sei hier, daß die Drahtstärke und die Wicklungsbreite beim Schiebevariometer eine ziemlich untergeordnete Rolle spielen. Die Hauptsache ist, daß der Abstand der beiden Wicklungen möglichst fein variiert werden kann. An Stelle des sehr feinen Drahtes kann man also auch 0,2 oder 0,3 mm starken Draht nehmen.

schraubt. Die Enden der Drahtwicklung werden nach dem Muster der Abb. 52 an die vier Apparateklemmen T_1 bis T_4 gelegt. Beim Gebrauch wird die Spule mit den Klemmen T_2 und T_4 an die Antenne bzw. Erde angelegt. An dieselben Klemmen wird auch der geschlossene Schwingungskreis, bestehend aus Detektor, Telephon und Telephonkondensator (2000 cm Kapazität) angeschlossen.

Beim Abstimmen des Antennenkreises verfährt man in der Weise, daß man die äußere Drahtspule langsam gegen die innere verschiebt, bis die beiden Spulen sich schließlich vollständig decken. Hat man dabei im Fernhörer keinerlei Zeichen wahrgenommen, so muß man die äußere Spule vollständig ausziehen und nun mit dem entgegengesetzten Ende voran der inneren Spule wieder nähern, bis zu dem

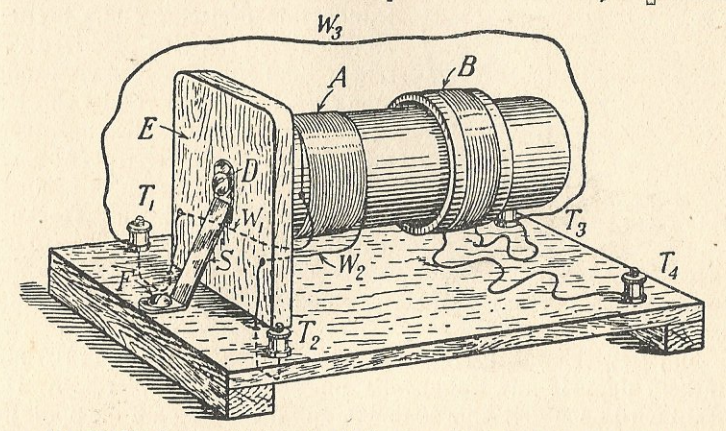


Abb. 52. Das fertige Schiebespulen-Variometer. (Nach John Scott-Taggart.)

Punkte, wo der Empfang am klarsten und deutlichsten ist. Diese einfache Anordnung, die ebenso exakt arbeitet wie ein Schiebespulenvariometer, macht die Verwendung eines Drehkondensators als Abstimmittel überflüssig, da sie gestattet, das Wellenband zwischen 200 und 600 m stetig zu bestreichen; sie sollte deshalb von jedem Bastler, der sich einen Rundfunkempfänger vollständig selbst bauen will, verwendet werden!

II. Spulen für induktive Kopplung.

Schlitz- oder Korbspulen.

Die Anfertigung von Schlitz- oder Korbspulen ist besonders für diejenigen Bastler von Interesse, die vor dem Bau eines veränderlichen Kondensators nicht zurückschrecken, denn Schlitz-

spulen werden meist mit einem Drehkondensator zusammengeschaltet. Die im folgenden beschriebene Spulenkombination eignet sich in Verbindung mit einem Drehkondensator von 1000 cm Kapazität zum Auffangen der kurzen Wellen zwischen 200 und 800 Metern. Will man die Antenne auch auf längere Wellen abstimmen, so muß man eine sprungweise veränderliche Antennenverlängerungsspule (s. S. 32ff.) vorschalten.

Abb. 53. Geschlitzte Pappscheibe zum Wickeln einer Flach- oder Korbspule.

Aus 2 mm starker Pappe schneiden wir nach Abb. 53 eine Scheibe von 100 mm Durchmesser, die wir am Rande mit dreizehn 2 mm breiten, 23 mm tiefen radialen Schlitzen versehen. Zum Ausschneiden verwendet man ein scharfes Messer oder eine Rasierklinge, die man zu diesem Zwecke mit einem Holzgriff versieht (Abb.54). Hierauf wird die Scheibe mit Zaponlack bestrichen und zum Trocknen beiseitegestellt. Mittlerweile wird aus gleichstarker Pappe eine zweite Scheibe von derselben Größe und Form erstellt, nur mit dem Unterschied, daß die Tiefe der Schlitze dabei 18 mm beträgt.

Zum Bewickeln der ersten Scheibe brauchen wir 13 m 0,5 mm starken, doppelt mit Baumwolle umsponnenen Kupferdraht. Der Draht wird nach den Abb. 55 und 56 spiralenförmig auf die Spule gewunden. Der Anfang des Drahtes wird in der bekannten Weise fest-

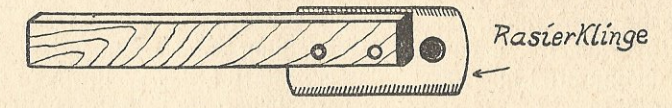


Abb. 54. Mit Holzgriff versehene Rasierklinge zum Ausschneiden der Schlitze.

gelegt, nachdem zu Beginn ein etwa 30 cm langes Stück freigelassen wurde; sodann wird mit der Bewicklung begonnen. Wir führen den Draht die Vorderseite entlang bis zum Schlitz 1, durch den wir hindurchgehen, um auf der Rückseite zum Schlitz 2 zu gelangen. Nun gehen wir wieder auf die Vorderseite über und führen den Draht bis zum Schlitz 3, durch den wir wieder nach hinten gehen. In dieser Weise fahren wir fort. Sind wir einmal im Kreise herum,

so bemerken wir, daß infolge der ungeraden Schlitzzahl die Spule sowohl auf der Rückseite wie auch auf der Vorderseite der einzelnen Sektoren gleichmäßig bewickelt wird. Die fertige Spule sieht aus wie der Boden eines geflochtenen Korbes (Abb. 56). In England nennt man diese Spulen deshalb „basket-coils", d. h. Korbspulen. Bei uns bezeichnet man sie gewöhnlich als Schlitzspulen.

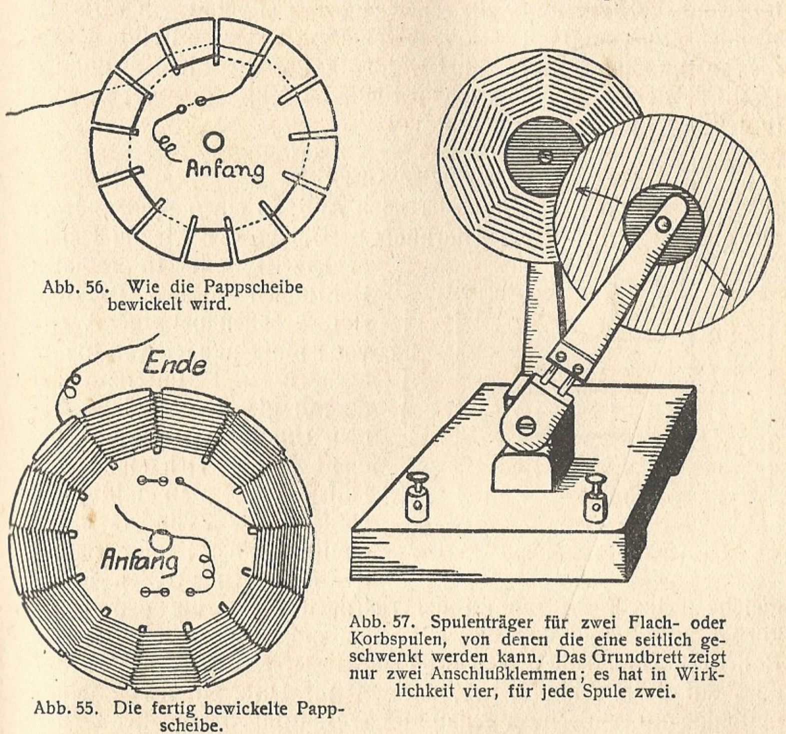


Abb. 56. Wie die Pappscheibe bewickelt wird.

Abb. 55. Die fertig bewickelte Pappscheibe.

Abb. 57. Spulenträger für zwei Flach- oder Korbspulen, von denen die eine seitlich geschwenkt werden kann. Das Grundbrett zeigt nur zwei Anschlußklemmen; es hat in Wirklichkeit vier, für jede Spule zwei.

In gleicher Weise wird die zweite Spule bewickelt. Zur Verwendung kommen insgesamt 50 m 0,1 mm starken, doppelt mit Seide umsponnenen Kupferdrahts.

Zuletzt werden beide Spulen nach Abb. 57 auf einem gemeinsamen Grundbrett zusammengebaut und die vier Enden der Wicklungen mit Anschlußklemmen verbunden. Die beiden Spulenträger, von denen der eine seitlich geschwenkt werden kann, werden aus schwachen Holzlättchen von 150 mm Länge, 20 mm Breite und 10 mm Stärke hergestellt.

Durch seitliches Verdrehen der einen Spule kann die Kopplung

verändert werden. Decken sich beide Spulen vollkommen, so ist die Kopplung „fest"; decken sie sich nur wenig, so spricht man von einer „losen" Kopplung.

Über die Schaltungsweise der Spule nur soviel, daß die mit dickem Draht bewickelte Scheibe die „Primärspule" ist, die in den Antennenkreis eingeschaltet wird. Zwischen dem einen Ende der Wicklung und der Erde muß, wie schon eingangs erwähnt, ein variabler Kondensator vom 0,0012 MF. eingeschaltet werden, mit Hilfe dessen die Abstimmung herbeigeführt werden kann. Die mit dem dünnen Draht bewickelte Spule ist die aperiodische Sekundärspule; sie wird in den Detektorkreis geschaltet.

9. Honigwabenspulen.

Wir lassen vom Holzdrechsler nach Abb. 58 einen Spulenkörper aus gut ausgetrocknetem Ahornholz herstellen, den wir am Rande beiderseits mit 16 radialen Bohrungen versehen. Die Bohrungen sollen bei einer Weite von 2 mm eine Tiefe von 10 mm besitzen und untereinander überall gleichen Abstand haben. Um das zu erreichen, bedient man sich folgenden Hilfsmittels. Man mißt den Umfang des Zylinders durch Umlegen eines Papierstreifens ab, teilt den Streifen in 16 gleiche Teile, klebt ihn an der richtigen Stelle um den Holzkörper und durchbohrt diesen an den markierten Punkten. Das Bohren führt man am besten unter einer feststehenden Bohrmaschine oder auf der Drehbank aus, da sich mit Hilfe einer Handbohrmaschine nur sehr schwer genau radiale Bohrungen herstellen lassen. Weiter werden aus nicht ganz 2 mm starkem geradegestrecktem Kupferdraht zweiunddreißig Drahtstifte von 10 cm Länge hergestellt, die nach Abb. 59 in die Bohrungen des Spulenkörpers gesteckt werden, aber so, daß man sie später wieder herausziehen kann.

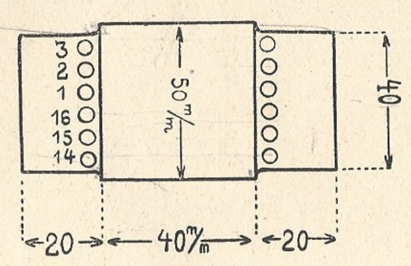


Abb. 58. Spulenkörper zum Wickeln von Honigwabenspulen.

Beim Wickeln der Spule, wozu baumwoll-isolierter Kupferdraht von 0,5 mm Stärke verwendet wird, verfährt man nach Abb. 60. Das Schema zeigt die Abwicklung des Spulenkörpers und der Randstifte. Um zu verhüten, daß die fertige Spule fest am Spulenkörper haftet und nicht abgezogen werden kann, umwickeln wir ihn zuerst mit einer Lage dünnen Bindfadens und darauf mit zwei

Lagen festen Zeichenpapiers, die später samt der Spule abgestreift werden. Sodann schlingen wir den Anfang des Drahtes, nachdem wir ein Stück von 15 cm Länge freigelassen haben, mehrmals um Stift 1 herum, führen den straff angezogenen Draht nach der andern Seite zu Stift 10 und weiter nach Stift 2, der neben dem Anfangsstift 1 liegt. Von Stift 2 geht man nach Stift 11, dann nach Stift 3 und fährt in dieser Weise fort, bis man wieder bei Stift 1 ankommt. Der Spulenkörper ist jetzt mit einem Netz gekreuzter Windungen überspannt, die die erste Lage bilden. Nun nehmen wir ziemlich dickflüssigen Zaponlack und bestreichen damit die fertiggestellte Drahtlage, so daß die einzelnen Windungen fest zusammenkleben. Ist der Lackanstrich trocken, so wird die zweite

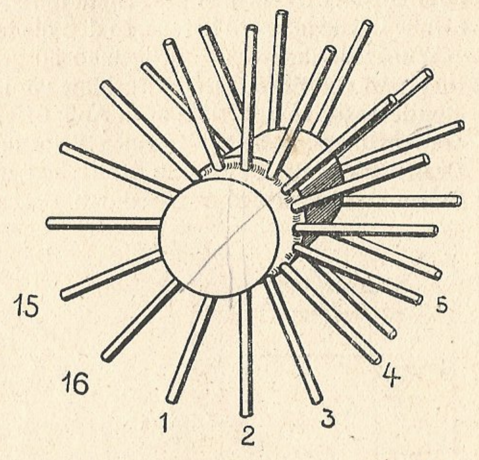


Abb. 59. Der Spulenkörper mit den eingesetzten Drahtstiften.

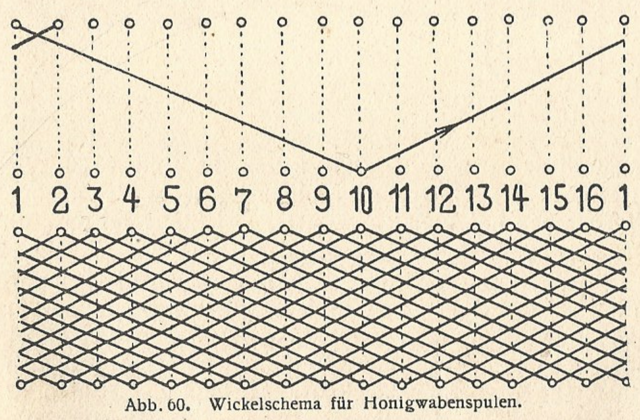


Abb. 60. Wickelschema für Honigwabenspulen.

Lage in gleicher Weise gewickelt und lackiert wie die erste, worauf man nötigenfalls mit einer dritten, vierten und fünften Lage fortfährt, bis die Spule die erforderliche Windungszahl besitzt (vgl. die

Tabelle S. 47). Ist die Spule fertig, so wird das Ende des Drahtes, das etwa 20 cm frei vorstehen soll, mit einer der vorhergehenden Windungen verknüpft. Sodann entfernen wir mit einer Zange die Drahtstifte, wickeln die Lage Schnur durch vorsichtiges Ziehen ab und nehmen den Holzkern heraus, so daß die fertige Spule übrigbleibt.

Wurde die Wicklung sachgemäß ausgeführt, so haben wir jetzt ein steifes freitragendes Drahtgebilde vor uns, das in folgender Weise montiert wird. Wir stellen nach Abb. 61 ein gut paraffiniertes Holzklötzchen her, das auf der einen Seite mit der Holzraspel konkav ausgefeilt wird. Auf diesem Klötzchen wird die Spule in der aus Abb. 63 ersichtlichen Weise durch Umlegen eines 25 mm breiten

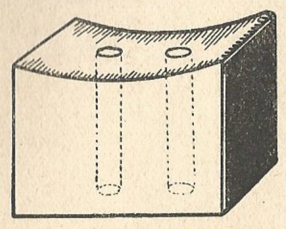


Abb. 61. Holzklötzchen zur Montage der Honigwabenspule.

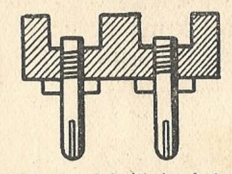


Abb. 62. Schnitt durch das Klötzchen mit den Steckern.

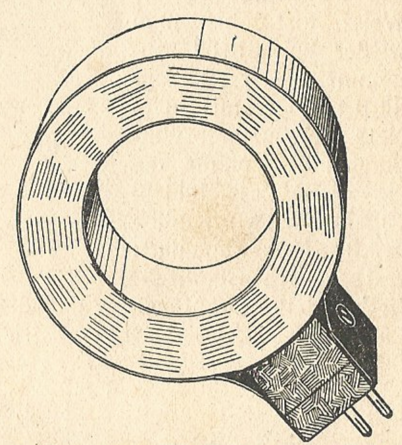


Abb. 63. Fertig montierte Honigwabenspule.

Kartonstreifens befestigt, nachdem man die Enden der Wicklung durch zwei in das Klötzchen gebohrte Löcher nach außen geführt hat. Inzwischen hat man ein zweites, gleichfalls gut paraffiniertes Klötzchen von gleicher Größe angefertigt, in das zwei Steckkontakte eingedreht sind (vergl. Abb. 62). Dieses Klötzchen wird von unten her auf das erste geschraubt, nachdem man die Zuführungsdrähte der Spule mit den Steckern verlötet hat. Die Steckstifte kaufen wir samt den zugehörigen Buchsen fertig, weil sich eine Selbstherstellung nicht lohnt. Der Abstand der beiden Stecker muß bei allen Spulen derselbe sein (12 mm), damit sie beliebig ausgewechselt werden können.

*

Die für den Wellenbereich von 180—4200 m erforderlichen Honigwabenspulen kann der Radiobastler nach der vorhergehenden Anleitung auf Grund der nachfolgenden Tabelle leicht selbst herstellen. Die Angaben über die Wellenlänge verstehen sich bei Verwendung eines Drehkondensators von 1000 cm Kapazität. Die Drahtstärke ist bei allen Spulen 0,5 mm. Zur Verwendung kommt doppelt mit Baumwolle umsponnener Kupferdraht.

Anzahl der Windungen	Drahtlänge m	Wellenlänge m
25	4	180 — 430
35	6	200 — 550
50	9	250 — 700
75	14	400 —1000
100	20	500 —1300
150	30	700 —2000
200	42	1000—2700
250	50	1300—3600
300	63	1600—4200

238

10. Das Wickeln freitragender Flachspulen.

Aus 10 mm starkem Hartholz schneiden wir eine Scheibe von 50 mm Durchmesser, die am Rande an fünfzehn gleichweit voneinander entfernten Punkten radial angebohrt wird. Die Tiefe der Bohrungen beträgt 10 mm, ihre Weite 2 mm. In die Bohrungen werden nach Abb. 64 fünfzehn Drahtstifte von 60 mm Länge eingesteckt, jedoch nur so fest, daß man sie später ohne allzugroße Mühe wieder herausziehen kann.

Bei der Bewicklung verfährt man in der Weise, daß man den Anfang des Drahtes nach Freilassung eines Stückes von 15 cm Länge zuerst um Stift 1 wickelt und ihn dann unter fortwährendem straffen Anziehen durch die Stäbe flicht, bis die für den gewünschten Wellenbereich erforderliche Drahtlänge, die

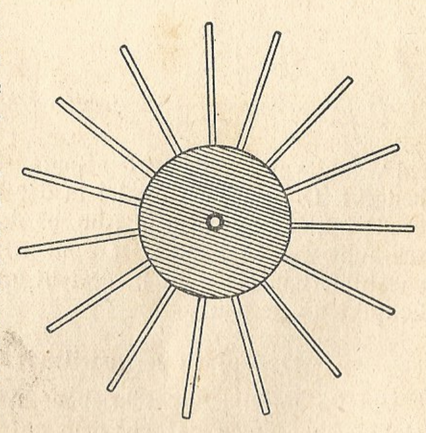


Abb. 64. Scheibe mit eingesteckten Drahtstiften zum Wickeln freitragender Flachspulen.

man aus der auf S. 47 abgedruckten Honigwabenspulen-Tabelle entnimmt, untergebracht ist. Die fertige Spule wird unter Verwendung eines Fixativ-Zerstäubers mit dünner Zaponlacklösung bespritzt, damit sie die erforderliche Festigkeit erhält. Ist der Lacküberzug trocken, so zieht man die Stäbe heraus und drückt die Spule vorsichtig von der Hartholzscheibe herunter. Sollte sie sich nicht sofort loslösen, so zieht man vorsichtig am Anfang des Drahtes, so daß die erste Windung abrollt; dann geht es ganz leicht.

Zuletzt wird die Spule mit gewöhnlichem Nähfaden auf eine kreisrunde Pappscheibe genäht. Der Durchmesser der Scheibe soll um

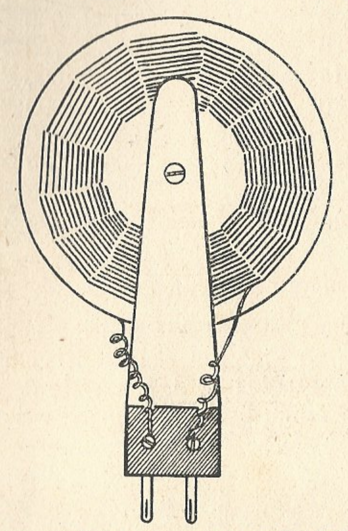


Abb. 65. Auf eine Pappscheibe genähte freitragende Flachspule mit ihrem Spulenträger.

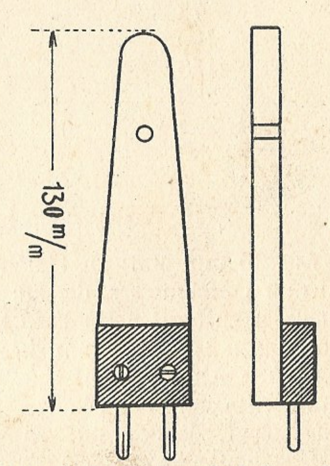


Abb. 66. Spulenträger für freitragende Flachspulen.

ein Weniges größer als der der Spule sein, so daß sie diese vollständig bedeckt. Die Pappscheibe ist in der Mitte durchlocht, so daß die Spule bequem mit dem in Abb. 65 dargestellten Spulenträger verschraubt werden kann. Der Spulenträger wird nach Abb. 66 aus paraffiniertem Hartholz hergestellt und am einen Ende mit Steckkontakten versehen.

11. Einfach herzustellende Honigwabenspulen.

Die im folgenden beschriebene Art der Herstellung einfacher Honigwabenspulen hat vor dem auf Seite 44f. angegebenen Verfahren den Vorzug größter Einfachheit, da der Draht ähnlich wie

bei den früher beschriebenen Flachspulen auf einen Spulenkörper aus Pappe gewickelt wird, auf dem er auch verbleibt. Dadurch wird einerseits die Wickelarbeit sehr erleichtert und andererseits die Montage viel einfacher als die der gewöhnlichen Honigwabenspulen. Die elektrischen Eigenschaften beider Spulenarten sind annähernd gleich, so daß zur Bestimmung der erforderlichen Windungszahl und Drahtlänge die auf Seite 47 abgedruckte Tabelle benützt werden kann.

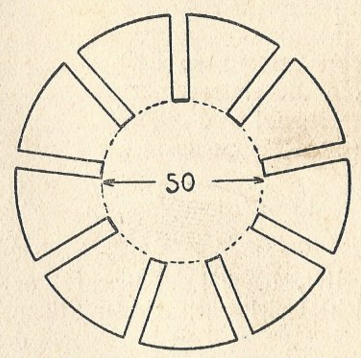
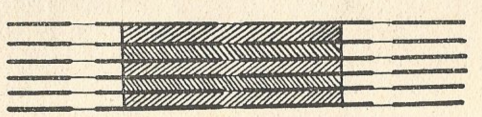


Abb. 67. Muster für die Pappscheiben zur Herstellung der einfachen Honigwabenspulen.

Wir schneiden aus 1 mm starker Pappe fünf kreisförmige Scheiben von 85 mm Durchmesser, die wir am Rande entsprechend Abb. 67 mit neun 17,5 mm tiefen, 3 mm breiten Schlitzen versehen. Außerdem benötigen wir vier Holzscheiben von 50 mm Durchmesser und 3 mm Stärke, die mit der Laubsäge aus Zigarrenkistenholz ausgeschnitten werden. Hierauf werden sämtliche Papp- und Holzscheiben nach Abb. 68 unter Verwendung von heißem Tischlerleim in der Weise konzentrisch miteinander verleimt, daß die Schlitze genau aufeinanderliegen. Dann beschwert man den Spulenkörper und legt ihn zum Trocknen beiseite. Nach etwa 1—2 Tagen ist der Leim trocken; die Spule wird dann mit dickflüssigem Zaponlack bestrichen.


Abb. 68. Wie die Papp- und die Holzscheiben miteinander zu verleimen sind.

Zum Bewickeln der Spule wird doppelt mit Baumwolle umsponnener Kupferdraht von 0,5 mm Stärke benützt, dessen Anfang nach Freilassung eines Stückes von 20 cm Länge in der bekannten Weise an der Pappspule befestigt wird. Hierauf wird mit dem Wickeln nach dem in Abb. 69 gezeigten Wickelschema begonnen. Wir ziehen den Anfang des Drahtes durch den Schlitz 1 der Scheibe A zum Schlitz 2 der Scheibe B usw., bis wir bei Schlitz 5 der Scheibe E angelangt sind. Jetzt wird der Draht auf der Außenseite der Spule zu Schlitz 6 geführt, worauf er durch 6E, 7D, 8C, 9B nach 1A zurückgeht. Damit ist die erste Windung fertig. Die zweite Windung geht durch 2A, 3B, 4C, 5D, 6E, 7E, 8D, 9C nach 1B usw. In dieser

Weise fährt man fort, bis 10 Windungen aufgetragen sind. Dann ist die erste Lage fertig, und man beginnt mit der zweiten, die in genau der gleichen Weise ausgeführt wird. Auf diese Art wickelt man

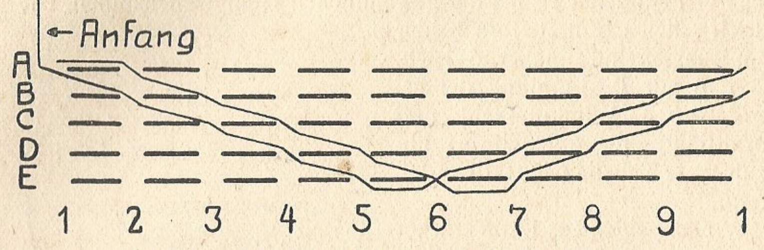


Abb. 69. Wickelschema für die einfachen Honigwabenspulen.

weiter, bis die gewünschte Lagenzahl erreicht ist. Die Lagenzahl richtet sich nach der Drahtlänge, die ihrerseits vom Wellenbereich der Spule abhängt. Die betr. Daten sind, wie schon gesagt, der Tabelle auf S. 47 zu entnehmen.

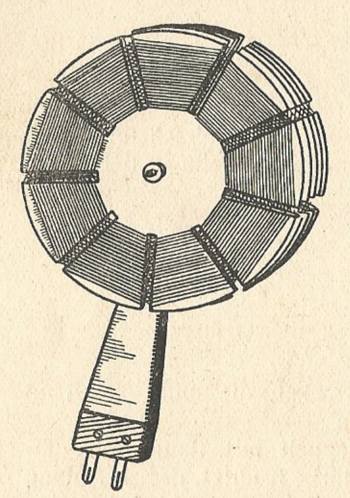


Abb. 70. Auf einen Spulenkörper gewickelte Honigwabenspule mit ihrem Träger.

Ein Lackieren der einzelnen Lagen ist überflüssig, denn der Spulenkörper stützt die Lagen zur Genüge. Trotzdem zu lackieren hat keinen Zweck, weil die Lackierung die Eigenkapazität der Spule vergrößert, was man bei den freitragenden Spulen der Stützung halber wohl oder übel in Kauf nehmen muß. Ist die Spule fertig, so wird das Ende des Drahtes am Spulenkörper befestigt und die Spule in der aus Abb. 70 ersichtlichen Weise mit einem Spulenträger verschraubt.

*

Hat man die Absicht, auf die oben angegebene Weise einen ganzen Satz Honigwabenspulen herzustellen, so gibt man am besten allen Spulenkörpern denselben Durchmesser und nimmt nur die Scheiben- und Schlitzzahl bei den einzelnen Spulen, entsprechnd der erforderlichen Windungszahl, verschieden. Nachfolgend ist ein sehr einfaches Verfahren zur Berechnung der Größe der Spulenkörper angegeben.

Angenommen, sämtliche Spulen sollen in 12 Lagen auf Spulenkörper von 85 mm Durchmesser gewickelt werden. Dann wird die Schlitz- und Scheibenzahl für die einzelnen Spulengrößen auf folgende Weise bestimmt:

Wir teilen die erforderliche Windungszahl (s. Tabelle S. 47) durch die Zahl der Lagen und erhalten dadurch die Anzahl der Windungen pro Lage. Diese Zahl wird halbiert, worauf man die Zahl der erforderlichen Pappscheiben hat. Aus der Zahl der Pappscheiben ergibt sich die Zahl der Schlitze, wenn man jene mit 2 oder 4 multipliziert und plus 1 oder minus 1 hinzuzählt.

Beispiel: Eine Spule von der Windungszahl 120 (Wellenbereich 600—1500 m) soll in 12 Lagen auf einen Spulenkörper von 85 mm Durchmesser gewickelt werden. Wie groß ist die erforderliche Scheiben- und Schlitzzahl?

Windungszahl 120 geteilt durch Lagenzahl 12 = 10 Windungen je Lage
Windungzahl 10 halbiert = 5 Pappscheiben.
Zahl der Pappscheiben $\times$ 2 $\pm$ 1 = 11 oder 9 Schlitze oder
Zahl der Pappscheiben $\times$ 4 $\pm$ 1 = 21 oder 19 Schlitze.

Ergebnis: Man braucht 5 Pappscheiben, die man nach Wunsch mit 9, 11, 19 oder 21 Schlitzen versehen kann.

Bei den Spulen mit einer größeren Anzahl Pappscheiben wählt man stets die relativ kleinere Schlitzzahl, während man bei Spulen mit nur 2 oder 3 Scheiben stets die größte Schlitzzahl benützt.

III. Spulenkoppler.

12. Ein einfacher Zweispulenkoppler.

Aus 10 mm starkem Hartholz wird ein Grundbrett von der Größe 20 $\times$ 12 cm ausgeschnitten, das sauber behobelt, gebeizt

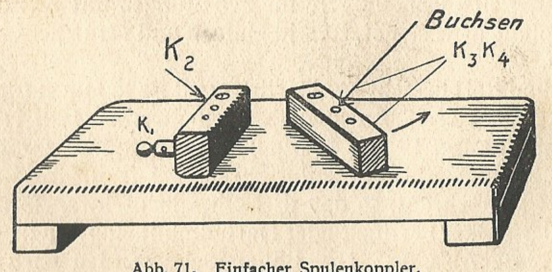


Abb. 71. Einfacher Spulenkoppler.

und poliert wird. Weiter brauchen wir zwei Hartholzleistchen, 80 mm lang, 15 mm breit und 20 mm hoch, die im Ofen gut getrocknet und hernach in siedendem Paraffin ausgekocht werden. Diese Leisten versehen wir nach Abb. 71 mit je zwei Bohrungen, in die wir käufliche Steckbuchsen einsetzen, die wir durch das Holz hindurch seitlich anbohren. In diese Bohrungen setzt man Holzschrauben ein, mit denen später die Zuführungsdrähte der Klemmen K_1 und K_2 bzw. K_3 und K_4 verlötet werden. Die Befestigung der Holzleisten auf dem Grundbrett geschieht in der Weise, daß wir sie nur an einem Ende vermittelst einer langen Holzschraube mit versenkbarem Kopfe anschrauben. Es ist dann möglich, die Leisten seitlich zu verdrehen und den Abstand der Spulen, also den Grad der Kopplung, zu ändern. Stehen die Leisten parallel, so haben sie nur etwa 10 mm Abstand voneinander; in diesem Falle ist die Kopplung sehr fest. Sind beide Spulen jedoch gegeneinander stark verdreht, so ist ihr gegenseitiger Abstand groß und die Kopplung sehr lose.

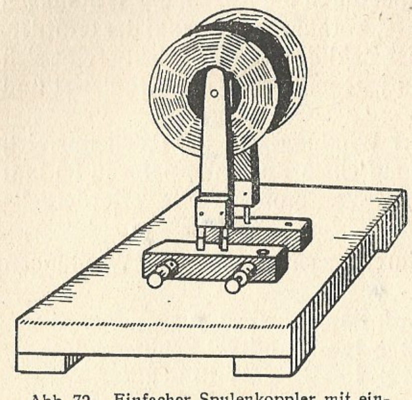


Abb. 72. Einfacher Spulenkoppler mit eingestöpselten Flachspulen.

Abb. 72 zeigt den fertigen Spulenkoppler, in dessen Buchsen die auf Seite 47 f. beschriebenen Flachspulen eingestöpselt sind. Natürlich kann man den gleichen Spulenkoppler auch für Honigwabenspulen verwenden.

13. Ein Dreispulenkoppler für Flach- und Honigwabenspulen.

Die Selbstherstellung des im folgenden beschriebenen Dreispulenkopplers, der sich insbesondere für Schaltungen mit Zwischenkreis, Rückkopplung usw. eignet, ist sehr einfach und verursacht nur wenig Unkosten.

Das Grundbrett besteht aus Hartholz und ist 15 mm stark, 200 mm lang und 60 mm breit. Auf die Oberfläche werden zwei Holzleisten von 170 mm Länge, 12 mm Breite und 7 mm Stärke parallel zueinander in 22 mm Abstand aufgeschraubt. Die innere Kante der Leisten ist abgeschrägt, so daß drei schwalbenschwanzförmig zugefeilte Isolierstücke (Pertinax oder Hartgummi) eingeschoben werden können (vergl. Abb. 73). Die Isolierstücke werden nach Abb. 74

hergestellt und mit 12 mm weit auseinanderliegenden Bohrungen versehen, in die Steckbuchsen eingelassen werden, damit Honigwaben- oder Flachspulen eingestöpselt werden können. Das mittlere Isolierstück, das 15 mm Breite besitzt, ist in der Mitte des durch

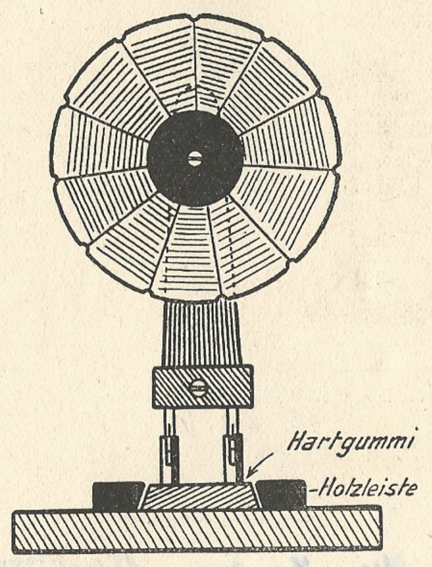


Abb. 73. Der Dreispulenkoppler im Querschnitt.

die beiden Holzleisten gebildeten Bettes mit einer Messingschraube mit versenktem Kopfe festgeschraubt. Die beiden andern Stücke

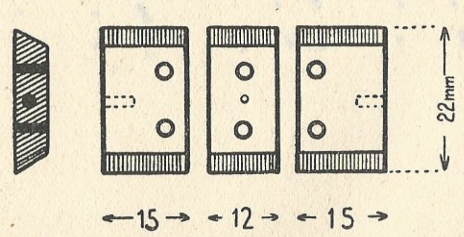


Abb. 74. Die Isolierstücke für den Dreispulenkoppler.

sind verschiebbar angeordnet. Um sie bequem verschieben zu können, werden sie nach Abb. 75 mit einem aus einer Stricknadel hergestellten Stiele versehen, auf dessen Ende ein kleiner Hartgummigriff sitzt.

Auf eine der beiden Holzleisten werden nach Abb. 75 sechs paarweise angeordnete Apparateklemmen (K_1 bis K_6) geschraubt, die man mit den Steckbuchsen der Isolierstücke durch biegsame Leitungsschnüre verbindet.

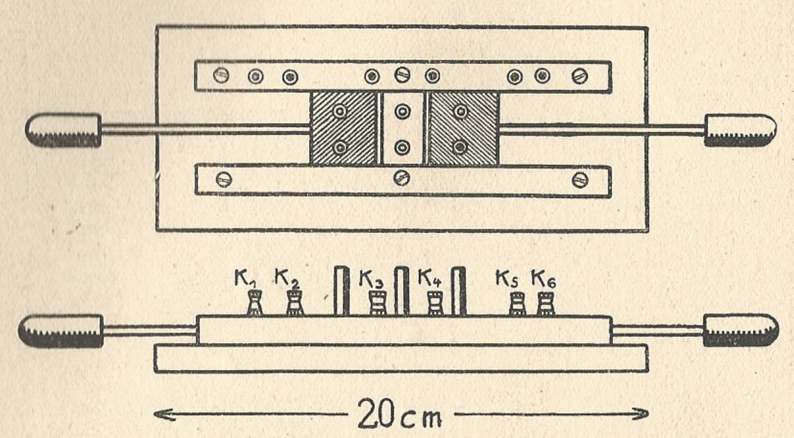


Abb. 75. Der Dreispulenkoppler (ohne Spulen) von oben und von der Seite gesehen.

Woodmetall	60°C	8 gr Blei,	4 gr Zinn,	15 gr. Wismut,	3 gr Kadmium
Lichtenberg Leg.	91°	3 " "	2 " "	5 " "	—
Arcets "	94°	1 " "	1 " "	2 " "	—
Newtons "	94,5	5 " "	3 " "	8 " "	—
Roses "	95	2,8 "	2,4 "	5 " "	—

DRITTES KAPITEL.

Kristalldetektoren.

Weit mehr als die Hälfte aller Radioamateure verwendet als Wellenempfänger Kristalldetektoren, teils mit, teils ohne Verstärkerröhren. Abgesehen von der Einfachheit und Billigkeit und der Leichtigkeit der Handhabung, bietet die Verwendung eines Kristalldetektors auch dadurch Vorteile, daß bei der Übertragung von Musik und Sprache Vorzügliches geleistet wird, ist doch die Übertragung von vollendeter Klangreinheit und frei von jeglicher Verzerrung. Deshalb ist der Bau von Kristalldetektoren für jeden Radiobastler von ganz besonderem Interesse.

1. Ein einfacher Kristalldetektor.

Der in Abb. 76 dargestellte Detektor eignet sich besonders zum Einbau in Rundfunkempfänger, da er infolge der stabilen Konstruktion des Einspannmechanismus nur sehr selten nachgestellt werden muß. Erst wenn im Laufe der Zeit die Kontakte infolge heftiger

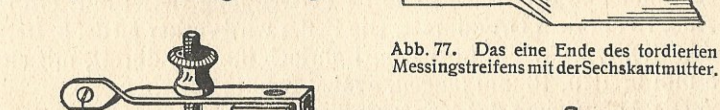


Abb. 77. Das eine Ende des tordierten Messingstreifens mit der Sechskantmutter.

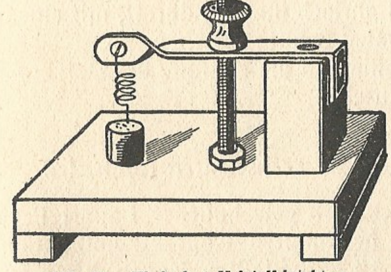


Abb. 76. Einfacher Kristalldetektor.

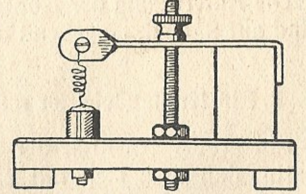


Abb. 78. Wie die Schraubenspindel befestigt wird.

atmosphärischer Störungen oder starker Erschütterungen verdorben sind, wird ein Neueinstellen oder Auswechseln der Drahtspiralen notwendig sein. Das Grundbrett wird aus 1 cm starkem Hartholz hergestellt. Es ist 7 cm lang und 4 cm breit. Auf der Unterseite des Brettchens werden längs den beiden Querseiten 8 mm starke Randleisten

mit Hilfe feiner Drahtstifte angenagelt. Hierauf wird das Ganze mit Glaspapier abgeschliffen, mit Nußbaumbeize behandelt und poliert. Am einen Ende des Brettchens wird ein Hartholzklötzchen 2 × 2 × 4 cm von unten her mit langen Holzschrauben angeschraubt. Die in das Holz vorgebohrten Löcher sind um ein Weniges enger als die Dicke der Schrauben.

Sind wir damit fertig, so schneiden wir aus ½ mm starkem Messingblech, das wir durch tüchtiges Hämmern federnd gemacht haben, einen 70 mm langen, 12 mm breiten Streifen aus. Er wird mit der Flachzange am einen Ende „tordiert", d. h. um die Längsachse windschief verdreht, am andern Ende rechtwinklig umgebogen. Das tordierte Ende wird mit einer 3 mm-Bohrung versehen und dann auf die eine Seite nach Abb. 77 eine Sechskantmutter aufgelötet. Man führt die Lötung am besten in offener Flamme aus. Dazu halten wir das mit Glaspapier säuberlich abgeschliffene und mit Lötwasser befeuchtete Ende mit der Flachzange in die kleine Flamme eines Spiritus- oder Bunsenbrenners und erhitzen, bis die daraufgelegten Lötkörner zerfließen. Haben wir auf solche Weise das Ende der Feder verzinnt, so tun wir dasselbe mit der Messingmutter; zuletzt bringen wir beide Teile gleichzeitig ins Feuer und lassen sie miteinander verfließen.

In die Mutter wird eine Schraube eingedreht, unter deren Kopf später die Drahtspirale festgeklemmt wird. Sodann beschaffen wir uns eine 7 cm lange Schraubenspindel mit dazugehöriger Stellschraube und befestigen sie unter Verwendung zweier Muttern nach Abb. 78 auf dem Grundbrett. Die Feder wird vorher an der betreffenden Stelle, senkrecht über dem Bohrloch im Grundbrett, mit einem 5 mm breiten, 10 mm langen, ovalen Schlitz versehen.

Die Anfertigung der Kontaktpille und die Prüfung des Detektors sind auf S. 63 ff. eingehend beschrieben.

2. Ein Kristalldetektor mit leicht auswechselbaren Kontakten.

Ein großer Nachteil der Detektoren gewöhnlicher Bauart liegt darin, daß man sich mit einer bestimmten Kontaktkombination begnügen muß; bei der in Abb. 79 dargestellten Konstruktion ist dieser Mangel vermieden. Sowohl der Kristall als auch die Drahtspirale können in ein paar Sekunden ohne Mühe ausgewechselt werden.

Die Kontaktpillen, die wir unter Verwendung abgeschossener Patronenhülsen nach S. 63 f. anfertigen, werden in der aus Abb. 80 ersichtlichen Art auf kleine Messingschuhe, die wir aus dünnem Mes-

singblech ausschneiden, gelötet, so daß sie unter die in Abb. 81 dargestellten Klemmen geschoben werden können.

Die Einspannvorrichtung ist nach Abb. 79 auf einer Hartgummiplatte von 4×8 cm Größe angeordnet, auf die ein kleiner Hartholz-

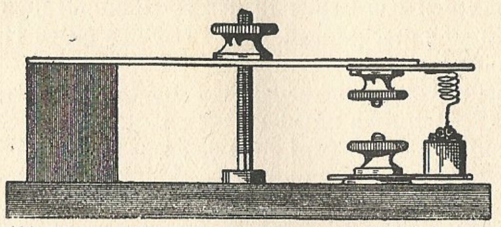


Abb. 79. Kristalldetektor mit auswechselbaren Kontakten.

klotz aufgeschraubt ist. Die Blattfeder wird aus ½ mm starkem Messingblech hergestellt. An das Ende der Feder ist eine Apparateklemme gelötet und senkrecht darunter auf dem Grundbrett eine

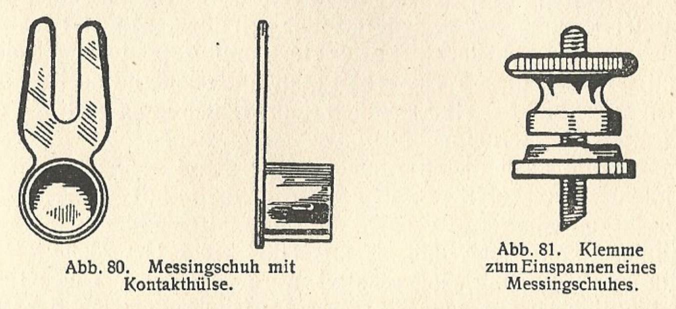


Abb. 80. Messingschuh mit Kontakthülse.

Abb. 81. Klemme zum Einspannen eines Messingschuhes.

gleiche Klemme angeschraubt. Die Stellschraube wird in der schon beschriebenen Weise in das Grundbrett eingesetzt.

3. Ein Behelfsdetektor.

Beim Experimentieren kann es hin und wieder vorkommen, daß man schnell einen zweiten Detektor benötigt. In diesem Falle wird ein nach Abb. 82 hergestellter Röhrendetektor sehr wertvolle Dienste leisten, weil er eine verhältnismäßig gute Einstellung gestattet und in wenigen Minuten hergestellt werden kann.

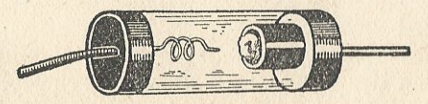


Abb. 82. Einfacher Röhrendetektor.

Ein Glasrohr von 5 cm Länge und $1\frac{1}{2}$ cm Weite wird beiderseits durch Hartgummizapfen verschlossen. Der eine der Zapfen hat eine Bohrung, so daß ein gut isolierter 0,5 mm starker Kupferdraht hindurchgesteckt werden kann. Im Innern des Rohres wird dieser Draht mehrmals um den Kopf einer in den Hartgummizapfen eingedrehten Holzschraube geschlungen, damit er einen guten Halt hat. Das übrigbleibende Drahtende wird von der Isolation befreit und durch Umwickeln um eine Stricknadel zu einer Spirale ausgezogen. Die Drahtspitze schärft man mit der Feile zu.

In den andern Zapfen wird ein Loch von solcher Weite gebohrt, daß eine abgeschossene 9 mm-Patronenhülse hindurchgesteckt werden kann. Die Hülse wird durch eine seitlich in den Zapfen eingedrehte Schraube gesichert. Der Zuführungsdraht wird am Boden der Hülse angelötet; hierauf wird die Kontaktpille nach der Beschreibung auf S. 63f. eingesetzt.

Bei Verwendung eines geeigneten Kristalls (Bleiglanz, Pyrit) ist die Einstellung des Detektors nicht sehr schwierig. Hat man durch Summererregung eine geeignete Stelle gefunden, so kittet man mit Siegellack oder Schellackkitt beide Hartgummizapfen an der Röhrenwand fest. Auf diese Weise erhält man einen dauernd hochempfindlichen Detektor, der eine ziemlich rauhe Behandlung verträgt, ohne an Empfindlichkeit einzubüßen.

Man kann nach diesen Angaben eine ganze Reihe billiger Experimentierdetektoren anfertigen, die man mit verschiedenen Kontaktkombinationen versieht und alle miteinander so auf einem Grundbrett anordnet, daß sie mit Hilfe eines Hebelschalters der Reihe nach beliebig eingeschaltet werden können. Die Kristallkombination wird man jeweils an einer auf die Außenwand der Röhre geklebten Etikette vermerken.

4. Ein Kristalldetektor mit Steckern.

In Abb. 83 ist ein sehr guter Detektortyp dargestellt, der besonders bei Geräten mit Röhren- und Detektorbetrieb gern verwendet wird. Ist die Sendestation sehr nahe, so geht man bei diesen Geräten vom Röhrenbetrieb zum Detektorbetrieb über, was den Vorteil bietet, daß man bei hinreichender Lautstärke sehr guten, unverzerrten Empfang hat und sowohl die Heizbatterie als auch die Anodenbatterie schont. Auch bei gewissen Wellenmessern sind stöpselbare Detektoren sehr beliebt.

Der Sockel des Detektors besteht aus einer $1\frac{1}{2}$ mm starken Hartgummiplatte von der Größe 3×8 cm, die nach Abb. 84 mit sechs Bohrungen versehen wird. Die beiden mittleren, senkrecht ein-

gebohrten Löcher werden wagrecht angebohrt, damit man später die Stecker, die in die senkrechten Löcher eingedreht werden, mit den beiden Kontaktständern *M* und *N* verbinden kann.

Die Steckstifte werden aus 3 mm starkem Messingdraht hergestellt; man kann sie aber auch um ein paar Pfennige fertig kaufen.

Die beiden Ständer *M* und *N* biegen wir aus 1,5 mm starkem Messingblech. An den Ständer *N* wird nach Abb. 85 eine schwache Neusilberfeder genietet (ähnlich wie beim Wagnerschen Hammer einer elektrischen Klingel). An das obere Ende dieser Feder wird später die Kontaktspirale gelötet. Das in den Ständer gebohrte Loch wird mit einem feinen Gewinde versehen und eine Stellschraube mit großem gerändelten Kopfe eingedreht.

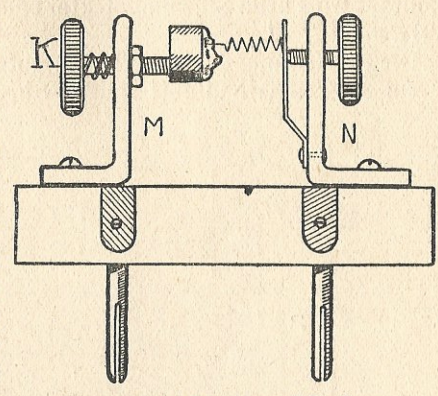
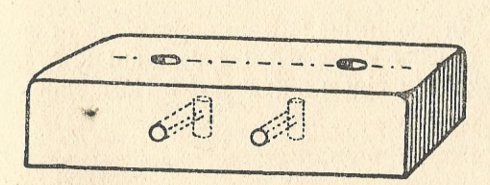
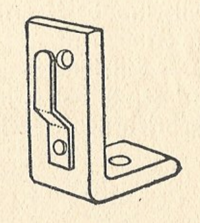


Abb. 83. Kristalldetektor mit Steckern.

In ähnlicher Weise wird der Ständer *M* angefertigt. Auf das Gewinde der Stellschraube *K* wird eine auseinandergezogene Spiralfeder geschoben, damit die Schraube sich nicht von selbst verstellen kann. Am freien Ende der Schraube wird eine abgeschossene Patronenhülse,


Abb. 84. Der Sockel des Detektors mit den sechs Bohrungen.


Abb. 85. Der Kontaktständer *N* mit seiner Neusilberfeder.

in welche die Kontaktpille eingegossen wurde (s. dar. S. 63 f.), exzentrisch aufgelötet. Dadurch wird erreicht, daß man die Kontaktspirale durch Drehen der Schraube *K* auf jeden beliebigen Punkt der Kontaktpille aufsetzen und alle wellenempfindlichen Stellen des Kristalls ausnützen kann.

5. Der Silizium-Röhrendetektor.

Ein Siliziumdetektor muß so gebaut sein, daß der Kristall gegen äußere chemische Einflüsse, die seine Empfindlichkeit stark beeinträchtigen, geschützt ist. Zu diesem Zwecke wird die Kontaktkombination nach Abb. 86 in ein Glasrohr eingeschlossen. Als Gegenkontakt wird beim Siliziumdetektor eine Bronze- oder Messingspitze verwendet.

Die Einrichtung des Detektors ergibt sich aus Abb. 86. Auf einem 1 cm starken Grundbrett ist die Einspannvorrichtung aus Hart-

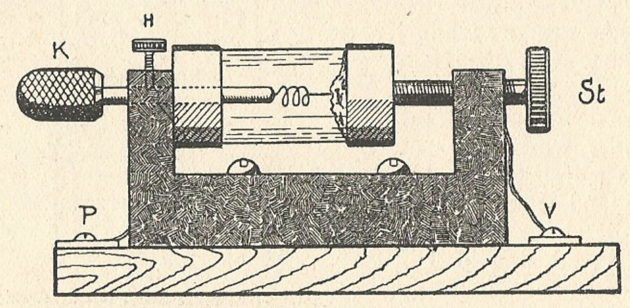


Abb. 86. Silizium-Röhrendetektor.

gummi oder Pertinax mit Hilfe zweier Holzschrauben mit halbrundem Kopfe aufgeschraubt. Die Stellschraube *St*, die seitlich in den Hartgummiblock eingedreht ist, dient lediglich zum Festspannen des Glasrohrs, während der Schiebekontakt *K*, der mit Hilfe der Stellschraube *H* arretiert werden kann, die Einstellung des Detektors ermöglicht.

Der Siliziumkristall, der in eine kleine Patronenhülse eingegossen wird (s. S. 63), wird in gleicher Weise wie bei dem auf S. 57f. beschriebenen Behelfsdetektor in einem ausgebohrten Hartgummi-

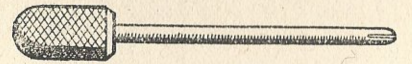


Abb. 87. Der Schiebekontakt *K* des Silizium-Röhrendetektors.

zapfen festgeklemmt, worauf dieser in das etwa 5 cm lange, 2 cm weite Glasrohr gekittet wird. Der Schiebekontakt *K* ist in Abb. 88 gesondert dargestellt. Er besteht aus einem 3 mm starken, mit einem kleinen Hartgummigriff versehenen Messingdraht. Das vordere Ende des Drahtes wird mit Hilfe einer Metall-Laubsäge 5 mm tief gespalten, worauf man eine Spirale aus 0,3—0,4 mm starkem Messingdraht in den Schlitz lötet. Auf der Seite des Griffes *K* ist

das Glasrohr ebenfalls durch einen Hartgummizapfen mit sehr weiter Bohrung verschlossen. Auf diese Weise ist es möglich, das Glasrohr nach Lockerung der Stellschraube *St* seitlich zu verschieben und die Spirale an beliebiger Stelle dem Kristall aufzusetzen.

Die beiden Klemmen *P* und *V* werden mit dem Schiebekontakt und der Patronenhülse, in die der Kristall eingegossen ist, verbunden.

6. Ein Experimentierdetektor mit Revolverkontakt.

Die Abbildungen 88 und 89 zeigen einen sehr praktischen Experimentierdetektor, dessen besonderer Vorteil darin liegt, daß mit Hilfe eines „Revolverkontaktes“ in wenigen Sekunden vier verschiedene Kontaktkombinationen eingestellt werden können.

Der Revolverkontakt ist in Abb. 90/91 in natürlicher Größe dargestellt. Er besteht aus zwei durchbohrten, plankonvexen Metallscheiben, die, auf gemeinsamer Achse angeordnet, mittelst zweier Muttern gegeneinander gepreßt werden können. Zwischen den Scheiben sind vier verschiedene, teils schraubig gewickelte Gegenkontakte eingespannt, etwa ein Golddraht, ein Platindraht, ein Silberdraht und ein Magnesiumstift. Selbstredend kann auch jede andere Zusammenstellung gewählt werden. Verwendet man einen Bleiglanz-

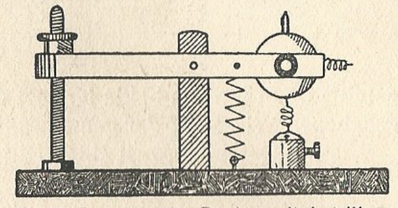


Abb. 88. Experimentier-Detektor mit vierteiligem Revolverkontakt.

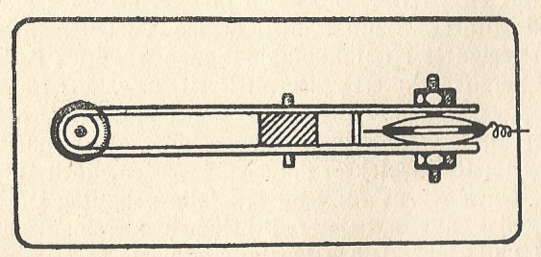


Abb. 89. Der Experimentier-Detektor von oben gesehen.

kristall, so würde sich zum Beispiel die Zusammenstellung: Kupfer, Messing, Graphit und Gold sehr empfehlen.

Die Herstellung eines derartigen Detektors macht nicht viel Schwierigkeiten. Die beiden plankonvexen Metallscheiben kann man auf ganz bequeme Weise aus glatten, glänzenden Militärknöpfen, wie

sie früher getragen wurden, herstellen. Die innere Öse der Knöpfe wird entfernt und auf der Außenseite die oberste Rundung eben-

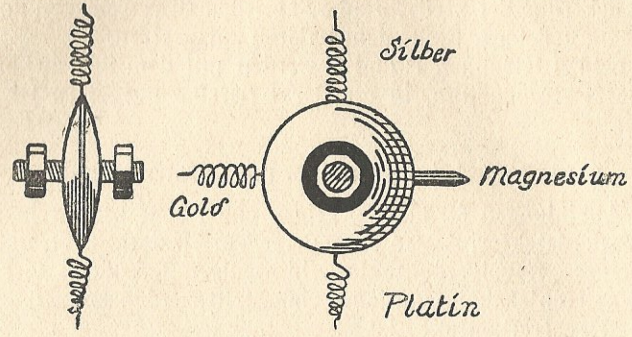


Abb. 90/91. Der vierteilige Revolverkontakt, von der Kante und von der Seite gesehen; natürliche Größe.

gefeilt; dann werden beide Knöpfe durchbohrt und in der schon angegebenen Weise auf der gemeinsamen Achse vereinigt.

Wie der Detektor sonst eingerichtet ist, zeigen die Abb. 88 und 89 zur Genüge.

7. Ein Doppelkristall-Detektor.

(Perikondetektor.)

Wer längere Zeit mit Detektoren gewöhnlicher Bauart und der üblichen Kontaktkombination Metall-Kristall arbeitet, kommt bei seinen Versuchen gewöhnlich von selbst darauf, auch einmal einen Detektor mit zwei Kristallen, einen „Doppelkristall-Detektor“, zu bauen und entdeckt dann schnell dessen Vorteile. Insbesondere, wenn man geeignete Kristallkombinationen wie etwa Bornit-Zinkit (Buntkupfererz-Rotzinkerz), Bornit-Pyrit usw. verwendet, kann man ganz überraschende Ergebnisse erzielen.

Jede der bisher beschriebenen Detektorkonstruktionen kann in einen Doppelkristall-Detektor umgebaut werden, doch es lohnt sich der Mühe, einen eigens für zwei Kristalle gebauten Detektor anzufertigen, der aus ein paar Stückchen Messingblech, einigen Schrauben und einer kleinen Hartgummiplatte in kurzer Zeit zusammengesetzt werden kann.

Der in Abb. 92 dargestellte Detektor besteht aus zwei Messingwinkeln, die in 40 mm Abstand auf einem 6 mm starken Hartgummisockel befestigt sind. Der eine Winkel wird aus Messingblech von 1,5 mm Stärke, der andere aus schwachem Messingfederblech von 0,3 mm Stärke hergestellt. Am oberen Ende der Winkel sind

abgesägte Revolverpatronenhülsen exzentrisch angeschraubt, so daß durch Verdrehen der beiden Fassungen jede beliebige Stelle der Kristalle, die später in die Hülsen eingesetzt werden (s. unten), zur gegenseitigen Berührung gebracht werden kann; dadurch wird eine ausgezeichnete und hochempfindliche Einstellung des Detektors möglich. Zur Regelung des Druckes, unter dem sich beide Kristalle berühren, ist seitlich vom schwächeren Messingwinkel eine Stellschraube angebracht. Deren Ständer ist 5 mm vom oberen Rande durchbohrt; vor die Bohrung ist eine Sechskantmutter gelötet, so daß eine gerändelte Stellschraube eingedreht werden kann. Im Interesse einer guten Einstellung ist es nötig, eine Schraube mit sehr feinem Gewinde zu verwenden, wie sie bei optischen Instrumenten (z. B. Mikroskopen) zur Feineinstellung benützt wird. Derartige Schrauben sind mit großer Präzision gearbeitet und eignen sich deshalb sehr gut für unsere Zwecke.

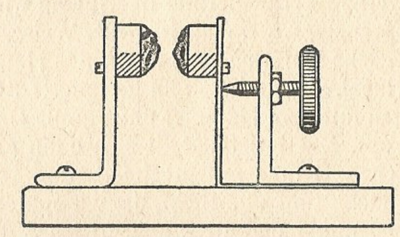


Abb. 92. Doppel-Kristalldetektor.

Das vordere Ende der Schraube drückt auf die feine Messingblattfeder, so daß sich beim Einwärtsdrehen der Schraube die Kristalle, die bei normaler Federstellung 1—2 mm Abstand voneinander haben, nähern und schließlich berühren. Bei Verwendung von Bornit und Zinkit muß der Bornitkristall eine scharfe Spitze haben, während der Zinkitkristall eine vorwiegend ebene Angriffsfläche darbieten soll.

8. Die Herstellung von Kontaktpillen.

Bei der Herstellung von Kristalldetektoren, insbesondere beim Fassen von Kristallen, wird von den Radioamateuren gewöhnlich sehr gesündigt. Größere Kristalle werden einfach mit dem Hammer oder der Zange zersprengt; dann setzt man ein ungereinigtes Stück mit den Fingern in die Dreischrauben-Klemme eines käuflichen Detektors, stellt den Detektor notdürftig ein, legt den Fernhörer um und ... wundert sich, daß man keinen Empfang hat!

Die Empfangs-Reichweite und das gute Arbeiten eines Kristallempfängers hängen aber in allererster Linie von der richtigen Behandlung des Detektors ab. Und viele Radioamateure haben keine Ahnung, wie ein Kristalldetektor behandelt werden muß. Darüber ins klare zu kommen ist um so wichtiger, als viele deutsche Amateure ganz auf Kristallempfänger als Empfangsgerät angewiesen sind, schon deshalb, weil sie in der Anschaffung und im Betrieb viel

billiger sind als Röhrenempfänger und weil alle Teile außer dem Fernhörer selbst angefertigt werden können. Hinzu kommt der Vorteil, daß für Kristallempfänger keine Formalitäten von der R. T. V. vorgeschrieben sind. Mit der einfachen Anmeldung beim Briefträger und der Zahlung der Monatsgebühr von Mk. 2.— sind alle gesetzlichen Anforderungen erfüllt.

Nachdem wir uns die in Frage kommenden Kristalle vom Mineralien- oder Radiohändler beschafft haben, ist die erste Aufgabe deren Zerkleinerung und sorgfältige Reinigung. Häufig werden die Kristalle allerdings in erbsengroßen Stücken geliefert, so daß eine weitere Zerkleinerung überflüssig wird; sind sie aber größer, so zersprengen wir sie auf folgende Weise. Wir legen den Kristall auf eine weiche Unterlage, nehmen einen Hammer und einen scharfen spitzen Nagel, setzen diesen an geeigneter Stelle auf den Kristall und schlagen mit dem Hammer ohne große Gewaltanwendung auf den Nagelkopf. Der Kristall teilt sich dann ohne weiteres seinem kristallinischen Gefüge entsprechend, und es kommt eine neue glänzende Fläche zum Vorschein, die wir später beim Einstellen des Detektors gegenüber den alten abgegriffenen und zerstoßenen Flächen bevorzugen.

Man muß gut darauf achten, daß bei der Zerteilung des Kristalls die scharfen natürlichen Kanten, Ecken und Flächen der Einzelkristalle nicht zerstört werden. Die Oberfläche muß spiegeln und vollständig unversehrt sein. Bedeckt sie ein mehliger Staub, so ist der Kristall zerschunden und für Radiozwecke untauglich.

Die zersprengten Kristalle werden gereinigt, denn durch die Berührung mit den Fingern haben sie sich mit einer Fettschicht überzogen, die entfernt werden muß. Zu diesem Zwecke waschen wir den Kristall zuerst in heißem Wasser ab und legen ihn dann eine Weile in Benzin. Hernach wird er mit einer Pinzette so in die Metallfassung gesetzt, daß die am besten erhaltene Fläche nach oben zu liegen kommt. Nunmehr darf der Kristall mit den Fingern nicht mehr berührt werden.

Zur Fassung der Kristalle eignen sich abgeschossene 9 mm-Revolver-Patronenhülsen außerordentlich gut. Man muß sich aber sorgsam davon überzeugen, daß die Hülse wirklich von einer abgeschossenen Patrone stammt, da bei einer nur entleerten Hülse beim Eingießen der Füllmasse die Zündkapsel zur Explosion kommt. Also Vorsicht!

Die Patronenhülse wird so weit abgesägt, daß die obere Kuppe des eingelegten Kristalls den Rand der Fassung ein wenig überragt.

In dieser Stellung wird der Kristall eingegossen. Am besten eignet sich zum Eingießen das sogenannte „Woodsche Metall“, eine außerordentlich leichtflüssige Legierung, die schon bei etwa 60° Celsius schmilzt. Die Legierung ist beim Radiohändler erhältlich. Man kann sie aber auch selbst bereiten, indem man 8 g Blei, 15 g Wismut, 4 g Zinn und 3 g Kadmium in einem eisernen Löffel über dem Bunsenbrenner zusammenschmilzt; wir erhalten dadurch eine Mischung, die die oben angeführten Eigenschaften besitzt.

Der Hohlraum der Patronenhülse, in die der Kristall eingesetzt wurde, wird mit dem flüssigen Metall vorsichtig ausgegossen. Sobald die Mischung erstarrt ist, darf der Kristall sich nicht mehr verrücken lassen; dann ist ein guter Kontakt zwischen Hülse und Kristall gesichert.

Will man die so angefertigte Kontaktpille auf einem Hartholzbrett oder einer Hartgummiplatte befestigen, so lötet man vor dem Einsetzen des Kristalls eine etwa 10 mm lange Schraubenspindel am Boden der Hülse fest und versieht die Spindel mit einer passenden Sechskantmutter.

9. Praktische Einspannklemmen für Experimentierdetektoren.

Die bei den käuflichen Detektoren fast allgemein üblichen Dreischrauben-Einspannklemmen haben mancherlei Nachteile. Abgesehen davon, daß das Einspannen eines Kristalls bei der Verwendung

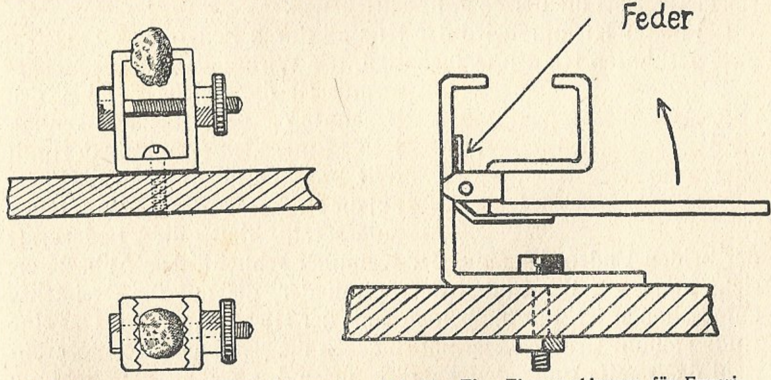


Abb. 93. Schraubbare Einspannklemmen für Experimentier-Detektoren, von der Seite und von oben gesehen.

Abb. 94. Eine Einspannklemme für Experimentier-Detektoren mit Federschluß.

einer solchen Klemme eine ziemlich zeitraubende Arbeit ist, und daß es eine gute Weile dauert, bis der Kristall sich endlich in der gewünschten Lage befindet, kommt es sehr häufig vor, daß der Kristall beim Einspannen unter dem Druck der Schrauben zerspringt.

Bei den in den Abb. 93 und 94 dargestellten Klemmen, die sich in der Praxis gut bewährt haben, ist dies nicht möglich.

Die in Abb. 93 gezeigte Klemme wird aus einem 40 mm langen, 10 mm breiten, 0,5 mm starken federnden Messingband hergestellt. Das Band ist an beiden Schmalseiten zu zahnen, damit ein guter Kontakt zwischen Kristall und Klemme gesichert ist. Dann wird es in der Mitte und 8 mm von beiden Rändern entfernt durchbohrt und nach dem Muster der Abb. 93 umgebogen. Hierauf wird eine Schraube durch die beiden oberen Bohrungen gesteckt. Durch Anziehen der Schraube ist es möglich, den Kristall einzuklemmen.

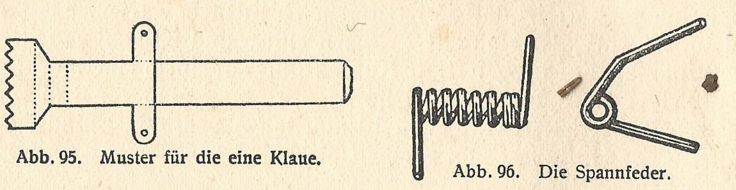


Abb. 95. Muster für die eine Klaue.

Abb. 96. Die Spannfeder.

Die Einspannklemme wird später mit Hilfe einer kleinen Mutterschraube, die durch die mittlere Bohrung gesteckt wird, auf dem Hartgummisockel eines Experimentierdetektors befestigt.

Die Anfertigung der Klemme nach Abb. 94, deren wesentlichste Bestandteile die Abbildungen 95, 96 und 97 zeigen, ist nicht viel schwieriger als die der eben beschriebenen.

Bei dieser Klemme wird der Kristall durch Federdruck zwischen zwei gezahnten Klauen festgehalten. Die Wirkungsweise des Mechanismus ist die gleiche wie bei den bekannten Christbaumkerzenhaltern. Eine kleine Spiralfeder mit weit vorstehenden Enden ist so auf die Drehachse der beiden Klauen aufgesetzt, daß die Federkraft der beiden Enden das Maul der Klammer schließt. Aus Abb. 94 ersieht man, wie die Enden der Spiralfeder, die auf die Drehachse aufgeschoben ist, auf die beiden Teile der Klemme wirken. Das eine Ende stemmt sich gewissermaßen gegen die senkrechte Klaue, während das zweite Ende den wagrecht liegenden Teil in der Richtung des Pfeiles nach oben preßt.

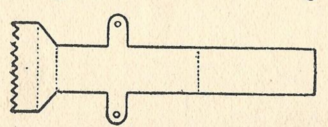


Abb. 97. Muster für die andere Klaue.

Die beiden Klauen werden nach Abb. 95 und 97 aus 0,5 mm starkem Messingblech ausgeschnitten. Die seitlichen Lappen werden durchbohrt; sodann verbiegt man beide Teile nach Abb. 94 und vereinigt sie unter Zwischenschaltung einer kleinen Achse in Gestalt eines etwa 13 mm langen, 1 mm starken Drahtstifts derart, daß das

Maul der Klemme unter möglichst geringer Reibung geöffnet und geschlossen werden kann.

Sind wir so weit, so nehmen wir die beiden Teile nochmals auseinander und setzen die in Abb. 96 dargestellte Stahldrahtspirale, die wir einem ähnlichen Mechanismus (Christbaumkerzenhalter, Krawattenhalter usw.) entnehmen, in der schon angedeuteten Weise ein.

Zuletzt wird die Klemme in der gleichen Weise wie die andere auf der Hartgummiplatte eines Detektors befestigt.

10. Die Prüfung der Detektorkristalle.

Ehe wir mit einem neugebauten Detektor den Empfang weit entfernter Stationen versuchen, werden wir ihn zuerst auf höchste Empfindlichkeit einstellen. Dazu benützen wir einen „Summer", dessen Selbstherstellung wir im achten Kapitel beschrieben finden.

Der Summer wird direkt unter der Antennenzuführung aufgestellt, so daß die von ihm ausgestrahlten elektrischen Wellen voll zur Auswirkung kommen. Da der Summer gedämpfte Wellen aussendet, ist eine feine Abstimmung des Empfangsgeräts unnötig; man wird schon nach kurzem Probieren das charakteristische Summergeräusch im Fernhörer vernehmen. Dann stellt man den Detektor so ein, daß der Empfang bei fester Kopplung gut ist. Die feine Kontaktspirale wird zu diesem Zwecke in kleine Grübchen des Kristalls eingesetzt und der Druck mit Hilfe der Stellschraube geregelt. Auf solche Weise muß man die ganze Oberfläche des Kristalls abtasten, bis man eine Stelle gefunden hat, bei der der Empfang am deutlichsten und lautesten ist. Man muß aber sehr darauf achten, daß die Spirale auf dem Kristall einen sicheren Halt hat; deshalb darf man sie nie auf scharfe Kanten, Spitzen und Ecken aufsetzen, da man sonst schon bei der geringsten Erschütterung wieder neu einstellen muß.

Hat man schließlich bei fester Kopplung guten Empfang erreicht, so geht man zu einer loseren Kopplung über und reguliert nun den Detektor wieder so lange, bis die alte Lautstärke zurückgekehrt ist. Je loser wir die Kopplung machen, desto schwächer, aber auch desto reiner ist der Empfang. Hat man auch bei ganz loser Kopplung noch guten Empfang, so können wir den Detektor als hinreichend empfindlich betrachten, um die ersten Empfangsversuche weit entfernter Stationen vorzunehmen.

VIERTES KAPITEL.

Heizwiderstände und Potentiometer.

1. Ein Heizwiderstand für 2—3 Röhren.

Der zur Regulierung des Heizstroms eines Dreiröhrenapparats erforderliche Widerstand muß bei einem Widerstandswert von etwa 7 Ohm eine maximale Belastung von 1,8 Ampere ertragen. Im folgenden ist die Selbstherstellung eines sehr praktischen Heizwiderstands beschrieben, dessen Wicklung aus 5 Meter emailliertem Nickelindraht von 0,6 mm Stärke besteht.

Wir schneiden aus 2 mm starker, gut ausgetrockneter Pappe einen Streifen von 150 mm Länge und 12 mm Breite, den wir an beiden

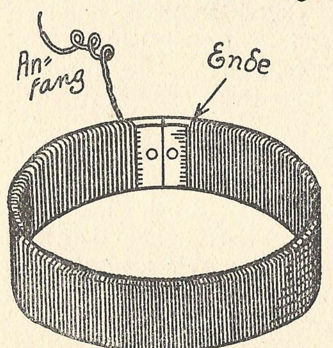


Abb. 98. Der mit Nickelindraht bewickelte Pappstreifen.

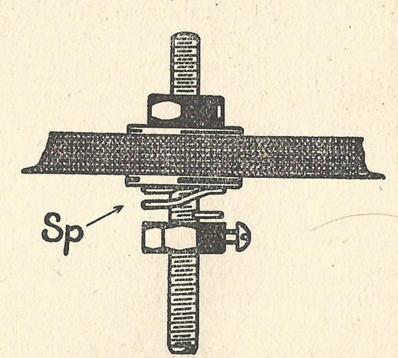


Abb. 99. Die Lagerung der Drehspindel.

Enden mit 2 mm weiten Löchern versehen. Auf diesen Streifen wird der Nickelindraht in der Weise Windung an Windung aufgewickelt, daß an beiden Enden ein 1 cm breiter Rand stehen bleibt (vgl. Abb. 98). Sodann sägen wir aus 12 mm starkem Hartholz eine kreisförmige Scheibe von 50 mm Durchmesser aus, um die der mit Nickelindraht bewickelte Streifen so gelegt wird, daß die beiden Enden zusammenstoßen. Durch die an den Enden vorgesehenen Löcher werden kurze Rundkopfschrauben in das Holz eingedreht, nachdem vorher die Rückseite des Streifens mit heißem Schellackkitt

bestrichen wurde. Weiter sägen wir mit einer feinen Metallsäge von einer 5 mm starken Messingschraubenspindel ein 50 mm langes Stück ab, auf das zwei Muttern, zwei Unterlegscheiben und eine kurze Spiralfeder geschoben werden. Diese Spindel wird später nach Abb. 99 in die Vorderwand des Kastens, in den der Widerstand eingebaut wird, eingesetzt.

Aus 0,5 mm starkem Messing- oder Bronzeblech wird nach Abb. 100 ein federnder Gleitkontakt geschnitten, dessen vordere Gleitfläche an der der Drahtwicklung zugewandten Seite konvex ausgebeult wird, so daß ein leichtes Gleiten und ein guter Kontakt gesichert ist. Am andern Ende ist die Feder mit einer 5 mm weiten Bohrung versehen, so daß sie mit zwei Messingmuttern auf die Drehspindel gesetzt werden kann. Durch Verstellen der Schrauben läßt der Federdruck des Gleitkontakts sich auf das genaueste einstellen.

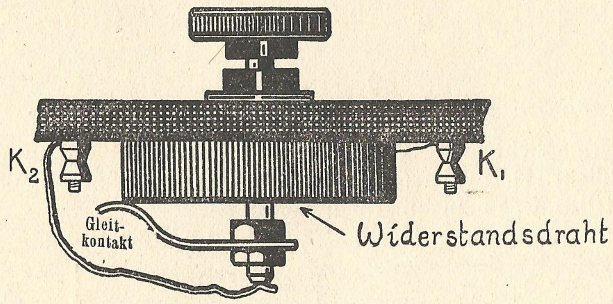


Abb. 100. Der fertige Heizwiderstand.

Die Einzelteile des Widerstands werden nach Abb. 100 zusammengebaut. Der Holzkern der Widerstandswicklung wird an drei um je 120⁰ gegeneinander versetzten Stellen durchbohrt und auf der Rückseite der Kastenwand angeschraubt. Hierauf wird die Spindel eingesetzt und das eine Ende der Widerstandswicklung mit der Zuleitungsklemme K_1 verbunden. Von der Klemme K_2 führt ein Litzendraht zur Drehspindel, mit der er verlötet wird. Um ein Abgleiten des Kontaktarms von der Widerstandswicklung zu verhindern, werden an den beiden äußersten Stellen der Wicklung kleine Anschlagstifte in den Holzkern geschlagen.

2. Ein Feinstell-Heizwiderstand.

Abb. 101 zeigt einen sehr einfachen Fein-Einstellwiderstand, der in Verbindung mit dem eben beschriebenen Heizrheostaten bei der Fein-Einstellung des Heizstroms wertvolle Dienste leistet. Da der

Widerstandsdraht nur eine Länge von 150 mm und eine Dicke von 1,2 mm besitzt, hat der Widerstand nur einen Wert von 0,048 Ohm, was dem Widerstandwert einer einzigen Drahtwindung des oben beschriebenen Heizrheostaten entspricht. Der Fein-Einstellwider-

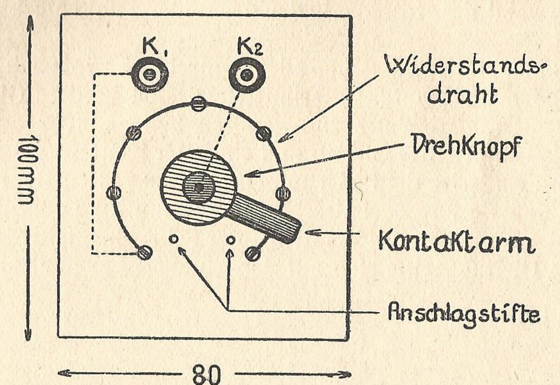


Abb. 101. Fein-Einstellwiderstand, von oben gesehen, schematisch.

stand ermöglicht es also, zwischen den einzelnen Windungen eines gewöhnlichen Heizwiderstands die kleinsten Widerstandsabstufungen herzustellen, was manchmal von Vorteil ist.

Aus 10 mm starkem Hartholz schneiden wir ein Grundbrett von

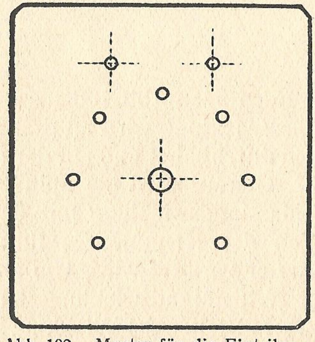


Abb. 102. Muster für die Einteilung der Grundplatte.

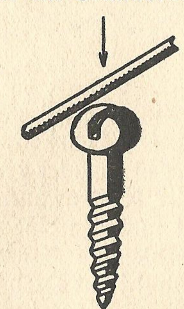


Abb. 103. Wie der Widerstandsdraht in den Schraubenschlitzen befestigt wird.

der Größe 80 × 100 mm aus, das auf der Unterseite mit zwei 100 mm langen, 15 mm breiten und 10 mm starken Randleisten versehen wird (vgl. Abb. 104). Das Brettchen wird 8 mm unterhalb des Diagonalen-Schnittpunkts durchbohrt; in die Bohrung wird später eine Drehspindel mit Kontaktarm und Hartgummiknopf eingesetzt.

Konzentrisch um die Bohrung wird ein Kreis von 66 mm Durchmesser beschrieben, dessen Umfang man in acht gleichgroße Teile teilt (Abb. 102). An sieben Teilpunkten werden kurze Messing-Holzschrauben eingedreht, und zwar so, daß der Schraubenschlitz mit der Tangente des Kreises an der betreffenden Stelle zusammenfällt. DerWiderstandsdraht von 150 mm Länge und 1,2 mm Stärke wird um eine Flasche oder ein Glas von 63 mm Durchmesser gebogen, sodann in der aus den Abb. 101 und 103 ersichtlichen Weise in die Schraubenschlitze gelegt und mit den Schraubenköpfen verlötet. Nun wird die Schraubenspindel eingesetzt und die Spannung des Kontaktarms mit einer auf die Schraubenspindel geschobenen kleinen Spiralstahlfeder und einer Mutterschraube so reguliert, daß ein guter Kontakt gesichert ist. Wie die Teile des Apparats miteinander verbunden werden, geht aus Abb. 101 hervor. Durch die dort eingezeichneten Anschlagstifte wird die Bewegung des Kontaktarms in passender Weise begrenzt.

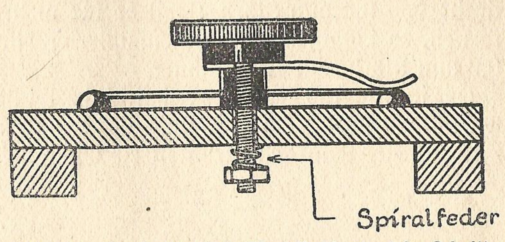
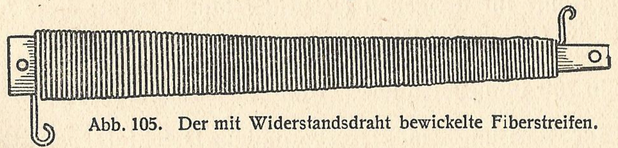


Abb. 104. Der fertige Fein-Einstellwiderstand im Schnitt.

3. Ein Heizwiderstand mit abnehmender Wicklungsbreite.

Bei der im folgenden beschriebenen Konstruktion eines Heizwiderstandes wurde berücksichtigt, daß der Widerstand des Glühfadens einer Kathodenröhre bei steigender Temperatur beträchtlich zunimmt. Um diese Zunahme auszugleichen und eine stetige Veränderung der Stromstärke zu ermöglichen, wird der Widerstandsdraht in der aus Abb. 105 ersichtlichen Weise auf einen Fiberstreifen von abnehmender Breite aufgewickelt, so daß beim Vorwärtsdrehen des Kontaktarms die Länge des pro Windung zugeschalteten Drahtstücks abnimmt, während gleichzeitig der Widerstand des Heizfadens zunimmt. Im übrigen wird der Widerstand in der gleichen Weise angefertigt wie die auf S. 68f. beschriebene Konstruktion. Der mit Nickelindraht bewickelte Fiberstreifen wird in der Weise mit dem


Abb. 105. Der mit Widerstandsdraht bewickelte Fiberstreifen.

Holzkern verschraubt, daß die obere Kante der Drahtlage den Rand des Kernes um 1 mm überragt.

Ist der Widerstand zur Regelung des Heizstroms einer einzelnen Röhre bestimmt, so verwendet man 3,5 Meter emaillierten Nickelindraht von 0,4 mm Stärke; soll er für mehrere Röhren gleichzeitig dienen, so kommen 5 Meter emaillierter Nickelindraht von 0,6 bis 0,9 mm Stärke zur Anwendung.

Das in Abb. 106 gegebene Schaltbild zeigt die Schaltung eines Heizwiderstandes, der zur Regelung des Stromes dreier Röhren gleichzeitig dient. Sämtliche Röhren sind parallel geschaltet; der Heiz-

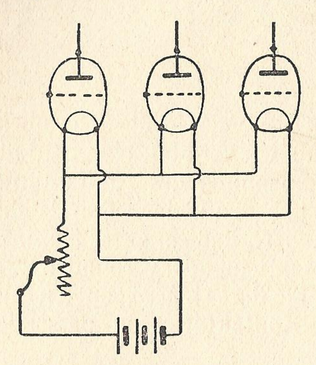


Abb. 106. Schaltbild des Heizstromkreises eines Dreiröhrenapparats, bei dem der Heizstrom mit einem gemeinsamen Widerstand geregelt wird.

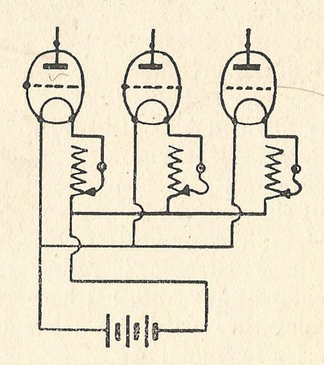


Abb. 107. Schaltbild des Heizstromkreises eines Dreiröhrenapparats, bei dem jede Röhre einen eigenen Heizwiderstand besitzt. Diese Schaltung ist vorzuziehen.

widerstand liegt in einem der beiden Zuführungsdrähte, die zur Heizbatterie gehen. In Abb. 107 ist eine Röhrenschaltung dargestellt, bei der jede Röhre ihren eigenen Heizwiderstand besitzt; diese Anordnung ist der ersten vorzuziehen.

4. Ein 700 Ohm-Potentiometer für Karborundum-Detektoren.

Der zur Speisung eines Karborundum-Detektors erforderliche Gleichstrom wird in den meisten Fällen zwei kleinen, in Reihe geschalteten Taschenlampenbatterien von je 3½ Volt Spannung entnommen. Da die Einzelelemente dieser Batterien sehr klein sind und keine starke Beanspruchung aushalten, sind die sonst gebräuchlichen Potentiometer von 300 Ohm Widerstand hier zur Spannungsreglung ungeeignet, weil ihr Eigenverbrauch viel zu groß ist. Würde man ein solches Instrument nach Abb. 108 in den Empfangskreis legen, so wären nach dem Ohmschen Gesetz ($J = E : W$) die in Reihe ge-

schaltenen Batterien B mit 7 × 1000 : 300 = 23,33 Milliampere belastet, da ja das Potentiometer zwischen den Klemmen der Batterien einen Kurzschluß von 300 Ohm Widerstand darstellt. Eine solche Belastung wird von den kleinen Elementen nicht dauernd ertragen; sie gehen daran schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit zugrunde. Die Höchstbelastung, die eine aus zwei kleinen Taschenlampenbatterien zusammengestellte Stromquelle erträgt, ohne nach wenigen Betriebsstunden erschöpft zu sein, liegt bei etwa 10 Milliamperes. Damit diese Grenze nicht überschritten wird, muß der Potentiometerwiderstand so bemessen sein, daß die gesamte Drahtwicklung rund 700 Ohm Widerstand besitzt. Zur Herstellung eines solchen Potentiometers, das auch für andere Zwecke benützt werden kann, benötigen wir ein Hartholzbrettchen von 100 mm Länge, 65 mm Breite und 12 mm Stärke, das mit der Holzraspel in der Weise bearbeitet wird, daß es einen ovalen Querschnitt erhält (vgl. Abb. 109). Hierauf wird es mit feinem Glaspapier sauber abgeschliffen und mit dickflüssiger Schellacklösung überzogen. 10 mm von beiden Schmalseiten entfernt werden mit dem Drillbohrer zwei eng nebeneinanderliegende Löcher eingebohrt, durch die später Anfang und Ende des Drahtes mehreremals durchgezogen werden. Zur Herstellung der Widerstandswicklung sind 50 Meter emaillierter Nickelindraht von 0,2 mm Stärke erforderlich. Nach Freilassung eines Stückes von 15 cm Länge wird auf der linken Seite des Holzkerns mit der Bewicklung begonnen und der Draht unter straffem Anziehen auf

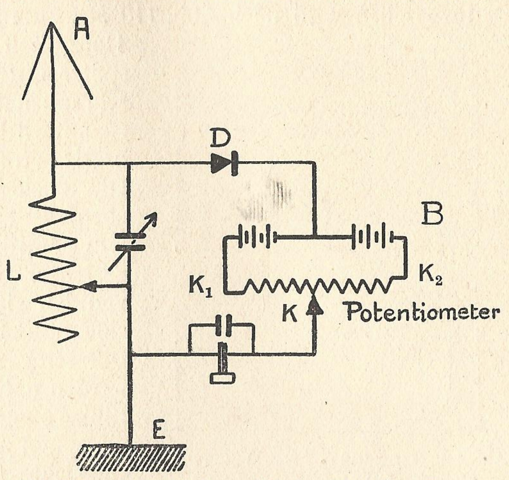


Abb. 108. Schaltbild eines einfachen Kristallempfängers mit Karborundum-Detektor und Potentiometer.

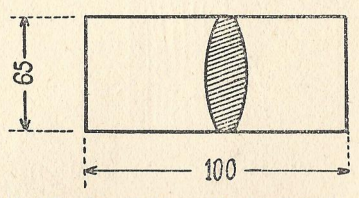


Abb. 109. Der Holzkern für das Potentiometer.

die Spule gewickelt, bis die 50 Meter verbraucht sind. Die fertige Drahtwicklung wird nochmals tüchtig schellackiert, so daß die ganze Lage vollständig in Schellack eingebettet ist. Hierauf wird die Spule zum Trocknen beiseitegestellt.

Inzwischen wird nach Abb. 110 aus gutem Hartholz ein kleines Holzgestell angefertigt, in das später mit Hilfe mehrerer Holzschrauben der Spulenkörper eingespannt wird. Die Größe des Grundbretts beträgt 120 × 85 × 10 mm. Die beiden Endscheiben, die ebenfalls aus gut ausgetrocknetem paraffiniertem Hartholz hergestellt werden, haben eine Länge von 85, eine Breite von 55 und eine Stärke von 12 mm. An der Oberseite der beiden Scheiben werden nach Abb. 111 rechteckige Einkerbungen eingeschnitten, in die später die Messinggleitschiene eingelegt werden kann. Diese Messingschiene besitzt eine Länge von 120 mm und einen Querschnitt von 5 × 5 mm. Der auf ihr verschiebbare Gleitkontakt *K* (Abb. 113) wird aus Hartgummi oder Hartholz hergestellt. Er erhält eine Querbohrung von 4 mm Durchmesser, die unter Zuhilfenahme einer

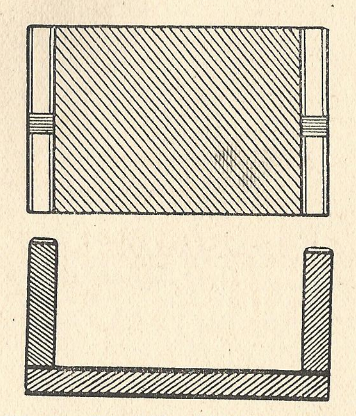


Abb. 110. Grundriß und Aufriß des Holzgestells für die Potentiometerspule.

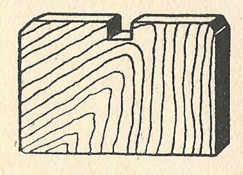


Abb. 111. Eine Endscheibe des Potentiometergestells mit ihrer Einkerbung.

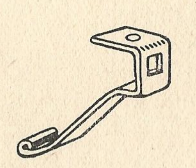


Abb. 112. Die Gleitfeder des Potentiometers.

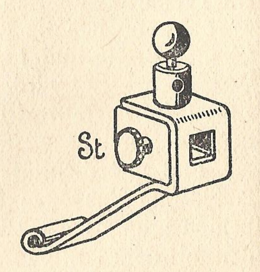


Abb. 113. Der Kontaktschieber mit der Gleitfeder.

feinen Holzraspel oder Schlüsselbartfeile vierkantig ausgearbeitet wird, so daß der Kontakt auf die Messingschiene *M* geschoben werden kann. Durch eine seitlich in das Hartgummistück eingedrehte Stellschraube *St* kann der Gleitkontakt an beliebiger Stelle festgestellt werden. Aus 0,5 mm starkem Messingblech, das wir durch

Hämmern federnd gemacht haben, wird nach Abb. 112 eine Gleitfeder, die mit einem rechteckigen, dem Querschnitt der Messingschiene entsprechenden Ausschnitt versehen wird, hergestellt und nach Abb. 113 mit dem Schiebekontakt verschraubt. An der aus der Abbildung ersichtlichen Stelle wird eine kleine Apparateklemme auf die Gleitfeder gelötet. Diese Klemme wird zweckmäßig durch eine biegsame Leitungsschnur mit einer zweiten Anschlußklemme verbunden, die man in eine der beiden Endscheiben schraubt.

Die Einzelteile des Potentiometers sind damit fertiggestellt; wir können also mit dem Zusammenbau beginnen. Zuerst wird das Holzgestell aus den sauber bearbeiteten, gebeizten und polierten Hartholzteilen zusammengesetzt und hierauf mit langen, versenkbaren Messingschrauben der mit der Widerstandswicklung versehene Spulenkörper in der aus Abb. 114 erkennbaren Lage eingespannt. Sodann wird der Gleitkontakt auf die Messingschiene geschoben, diese in die an den Endscheiben vorgesehenen Einkerbungen gelegt und mit zwei Rundkopfschrauben verschraubt. Als letzte Aufgabe bleibt uns noch übrig, die Widerstandwicklung längs der Berührungsstelle des Gleitkontakts von der Isolation zu befreien, so daß eine etwa 5 mm breite, blanke Zone entsteht. Dabei muß man sehr vorsichtig zu Werke gehen und mit einer feinen Feile unter Verwendung feinsten Glaspapiers nur so viel von der Isolation abschaben, als unbedingt erforderlich ist, weil die gegenseitige Isolation der einzelnen Windungen vollständig gewahrt bleiben muß.

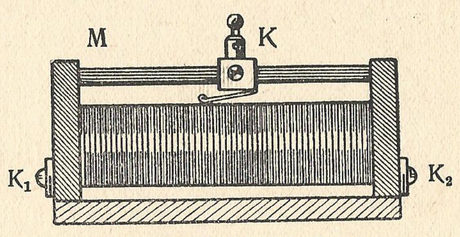


Abb. 114. Das fertige Potentiometer.

Im Betrieb wird das Potentiometer durch die Klemmen K_1 und K_2 mit der Stromquelle verbunden; an der Klemme K oder der damit verbundenen Endscheibenklemme wird es in den Stromkreis eingeschaltet (vgl. Abb. 108).

5. Ein einfaches Rotationspotentiometer.

Zur Selbstherstellung des im folgenden beschriebenen Rotationspotentiometers, das sich infolge des geringen Raumbedarfs insbesondere für den Einbau in Kastenapparate eignet, sind 22 Meter emaillierter Nickelindraht von 0,2 mm Stärke erforderlich. Alles übrige Material wird der Bastler vermutlich in seiner Vorratskiste finden.

Aus 3—4 mm starker Pappe, die wir auf einer heißen Ofen- oder Herdplatte gut getrocknet haben, schneiden wir nach Abb. 115 einen Ring von 110 mm Außendurchmesser und 65 mm lichter Weite aus. Dieser Ring wird an drei gleichweit voneinander entfernten Stellen durchbohrt, so daß er später mit der Vorderwand des Apparats, in den das Potentiometer eingebaut wird, verschraubt werden kann. Inzwischen haben wir in einem genügend großen, flachen Gefäß reines Paraffin heiß gemacht, das wir so lange erhitzen, bis es siedet. Hierauf wird es vom Feuer genommen und der Ring etwa 1 Minute eingetaucht, damit alle schädliche Luft entweicht und durch Paraffin ersetzt wird. Der paraffinierte Ring wird abgekühlt; darauf können wir mit der Bewicklung beginnen. Der Anfang des Drahtes wird durch mehrere in den Ring gestochene Löcher gezogen, ein 10 cm langes Stück freigelassen und sodann Windung an Windung aufgetragen, bis der Ring voll ist. Das Ende des Drahtes wird in gleicher Weise festgelegt, wie dies beim Anfang geschehen ist. Nach der Bewicklung wird der Ring mit Zaponlack bestrichen und zum Trocknen beiseitegestellt.

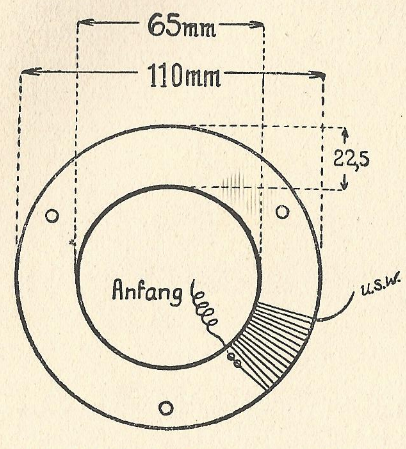


Abb. 115. Wie der Pappring bewickelt wird.

Weiterhin benötigen wir eine Schraubenspindel von 5 mmStärke und 50 mm Länge, an deren einem Ende der nach Abb.116 aus 0,5mm starkem Messingfederblech gefertigte Kontaktarm mit zwei Muttern aufgespannt wird. Auf das andere Ende der Spindel werden zwei Unterlegscheiben, ein kurzes Stück einer auseinandergezogenen Spiralfeder und ein Hartgummidrehknopf aufgesetzt.

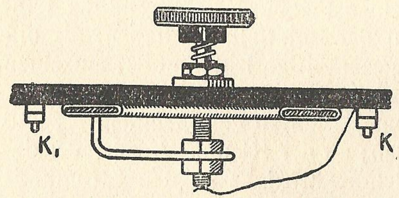


Abb. 116. Schnitt durch das fertige Potentiometer; die Klemme K_2, an der das Ende der Widerstandswicklung liegt, ist nicht sichtbar.

Beim Zusammenbau des Potentiometers verfährt man in der Weise, daß man zuerst die Vorderwand des Kastens an der in Frage kommenden Stelle mit einer 5 mm weiten Bohrung versieht. Hierauf

wird im Innern des Kastens der mit Widerstandsdraht bewickelte Pappring konzentrisch um die Bohrung angeschraubt, sodann die Schraubenspindel eingesetzt und durch Verstellen der Muttern so einreguliert, daß der Kontaktarm federnd auf der Drahtwicklung schleift. Die Wicklung muß an der Berührungsstelle von der Isolation befreit werden. Zu diesem Zwecke legt man um das Ende des Kontaktarms ein kleines Stückchen Glaspapier und fährt mit dem Kontaktarm mehrmals hin und her, so daß die Emailleschicht abgescheuert wird. Dabei muß man selbstverständlich die nötige Sorgfalt walten lassen; insbesondere ist darauf zu achten, daß die Isolation nicht zu sehr zerschunden oder gar der dünne Draht vollständig durchgeschliffen wird. Ein Durchscheuern des Drahtes kann auch durch den Gebrauch vorkommen; um es möglichst zu verhindern, muß man die Gleitkante des Kontaktarms sauber und glatt abschleifen und alle scharfen Kanten und Ecken mit der Schlichtfeile wegnehmen. Um ein Abgleiten des Kontaktarms am Anfang und am Ende der Widerstandswicklung zu vermeiden, sind an den betreffenden Stellen kleine Anschlagstifte vorgesehen. Wie der Apparat verbunden wird, geht aus dem Schaltbild in Abb. 108 hervor. Die Enden der Widerstandswicklung sind mit den Zuleitungsklemmen K_1 und K_2 verbunden. Von der Zuleitungsklemme K führt eine biegsame Litze zur Drehspindel, mit der sie nach Abb. 116 am einen Ende verlötet ist. An der Klemme K wird das Potentiometer in den Stromkreis eingeschaltet, d. h. mit dem zu speisenden Apparat verbunden.

6. Ein induktionsfreies Potentiometer.

Ein induktionsfreies Potentiometer kann man auf einfachste Weise selbst herstellen, wenn man als Widerstandsmaterial ein Graphitstäbchen aus einem Bleistift verwendet. Besonders geeignet sind

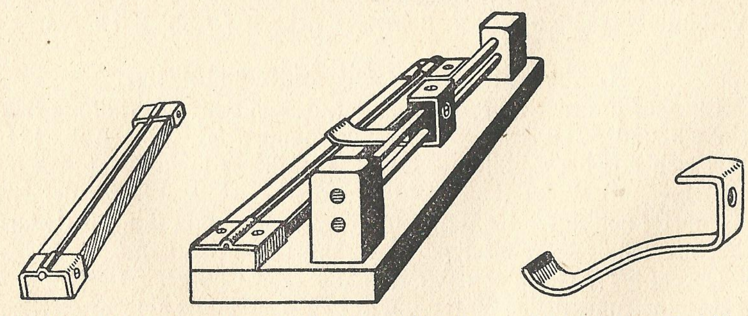


Abb. 117. Die Holzleiste mit dem Graphitstab.

Abb. 119. Das fertige Potentiometer.

Abb. 118. Der Kontaktbügel.

harte Bleistifte, die infolge des großen Tongehalts einen bedeutend höheren Widerstand besitzen als die niederen Härtegrade.

Wir beschaffen uns einen guten harten Bleistift, dessen Graphitmine durch Spalten oder Abbrennen des Holzes freigelegt wird, worauf man sie mit zwei Messingbändern an beiden Enden auf einem schmalen Holzbrettchen von 20 cm Länge befestigt (vgl. Abb. 117).

Der Kontaktschieber wird nach Abb. 119 aus einem Hartholzklötzchen hergestellt, dessen Kanten und Ecken mit Glaspapier sauber abgerundet werden und das mit zwei 5 mm weiten Querbohrungen versehen ist. Auf der Unterseite des Klötzchens wird ein nach dem Muster der Abb. 118 hergestellter Kontaktbügel aus Messingblech angeschraubt, an dessen einem Ende eine kleine Apparateklemme aufgelötet ist. Zur Führung des Kontaktschiebers dienen zwei etwa 200 mm lange Stücke Messingdraht von 5 mm Stärke, die in zwei Hartholzsäulen eingesetzt werden.

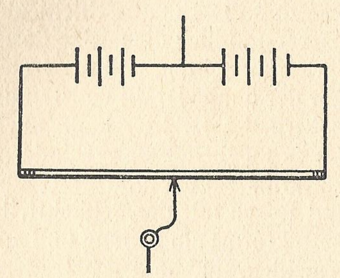


Abb. 120. Schaltschema für das induktionsfreie Potentiometer.

Die Einzelteile des Potentiometers werden nach Abb. 119 auf einem 1 cm starken Grundbrett von der Größe 50 mm × 200 mm montiert. Die mit der Graphitmine versehene Leiste wird am Rande des Grundbretts längs der 20 cm langen Seite angeschraubt; auf die beiden Messingbänder, die zum Festhalten des Graphitstäbchens dienen, werden kleine Apparateklemmen gelötet. Die beiden Stützsäulen der Kontaktschieberführung werden von unten her mit langen Holzschrauben auf dem Grundbrett befestigt, so daß der Kontaktbügel unter gutem Federdruck auf der Graphitmine gleitet. Die Verbindungsweise des Potentiometers geht aus Abb. 120 hervor.

7. Ein Potentiometer mit Zeiger und Skala.

Ein sehr praktisches Potentiometer, dessen Selbstherstellung sehr einfach und mit geringen Kosten verbunden ist, zeigt Abb. 121. Wie sich aus der Abbildung ergibt, besteht es in der Hauptsache aus einer mit Widerstandsdraht bewickelten Holzspule, an der ein eigenartig geformter Kontakt entlanggleitet, so daß je nach Bedarf die eingeschaltete Windungszahl verändert werden kann.

Gegenüber den einfacheren Potentiometern üblicher Bauart hat dieses Instrument den Vorzug, daß es Zeiger und Skala besitzt, so daß man nach entsprechender Eichung der Skala ohne weiteres die

jeweilige Spannung ablesen kann. An Stelle des sonst üblichen Gleitkontakts wird ein „tordiertes" Metallband *K* verwendet, ein windschief verdrehtes blankes Kupferband, das in der aus der Abbildung ersichtlichen Weise längs der Spule angeordnet ist. Das Band berührt die Widerstandswicklung immer nur an einer Stelle. Drehen wir am Knopfe *A*, so gleitet die Berührungsstelle die Spule entlang, um nach einer Drehung um 180° am andern Ende anzukommen. Damit zwischen Kupferband und Widerstandswicklung stets der nötige innige Kontakt vorhanden ist, sind oben und unten kräftige Federn angebracht, die das Band fest an die Wicklung pressen.

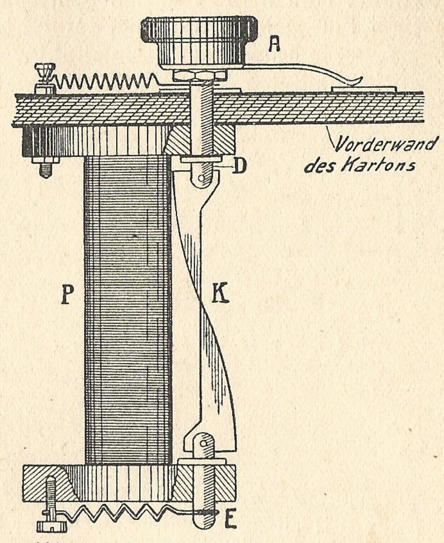


Abb. 121. Das fertige Zeigerpotentiometer.

Unsere Arbeit beginnt mit der Beschaffung einer Holzspule von 8—10 cm Länge, die wir sorgsam mit einfach umsponnenem Nickelindraht von 0,4 mm Stärke bewickeln. Windung muß dicht an Windung liegen. Am Anfang und Ende wird je ein 25 cm langes Stück Draht freigelassen, das man dann durch ein in die Spulenwand gebohrtes Loch nach außen zieht und mit den Anschlußklemmen verbindet. Hierauf wird die Wicklung mit einer dickflüssigen Lösung

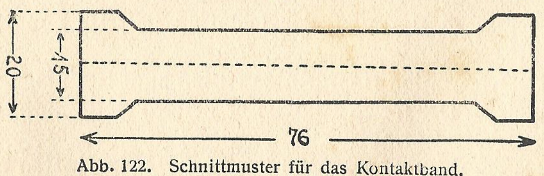


Abb. 122. Schnittmuster für das Kontaktband.

von braunem Blätterschellack in Spiritus lackiert und zum Trocknen beiseite gestellt.

Inzwischen fertigen wir das Kontaktband an. Dazu benötigen wir ein 20 mm breites Kupferband von ½ mm Stärke, dessen genaue Größe sich aus Abb. 122 ergibt. Die Länge des Bandes sei etwas

geringer als der innere Scheibenabstand der Holzspule. Das Band wird in der Mitte (der gestrichelten Linie in Abb. 122 entlang) geknickt und umgebogen. Auf diese Weise erhält es die erforderliche Festigkeit und außerdem auf der einen Seite eine vollkommen runde Kante. Nun wird es in den Schraubstock gespannt und mit Hilfe einer Flachzange windschief verdreht.

Aus 4 mm starkem Messingdraht werden sodann zwei Metallbolzen mit geschlitzten Enden angefertigt, zwischen die das Kontaktband

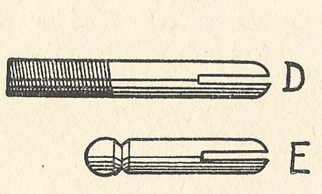


Abb. 123. Die Bolzen, zwischen die das Metallband eingespannt wird.

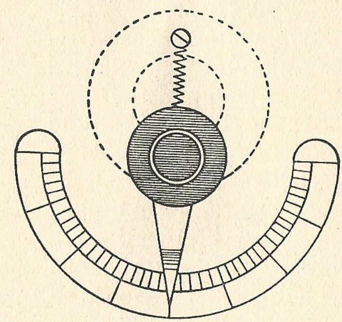


Abb. 124. Teilung und Zeiger des Potentiometers.

eingespannt wird (vgl. Abb. 123). Der längere Bolzen wird an einem Ende mit einem Gewinde versehen, so daß später ein gerändelter Hartgummi- oder Holzknopf aufgesetzt werden kann.

Sind wir so weit, so nehmen wir wieder die Drahtspule zur Hand und entfernen an einer schmalen Stelle längs der Wicklung mit Hilfe einer feinen Feile die Isolation, so daß das blanke Nickelin zutage tritt. Auf derselben Seite wird die obere Endscheibe mit einem Loche von 4,2 mm Weite und die untere Endscheibe mit einem entsprechenden Schlitze versehen, so daß, wenn wir nun das Kontaktband einsetzen, es die von der Isolation befreite Zone der Wicklung berührt.

In die Bolzen werden ringförmige Nuten zum Einhängen der Zugfedern eingefeilt. Die freien Enden der Federn sind diametral an den Endscheiben befestigt.

Die ganze Anordnung wird am besten in einen Kasten eingebaut, auf dessen Vorderwand man Zeiger und Skala befestigt (vgl. Abb. 121). Zeiger und Skala werden nach Abb. 124 aus dünnem Messing- oder Aluminiumblech ausgeschnitten.

FÜNFTES KAPITEL

Hochohmwiderstände.

1. Ein einfacher Hochohmwiderstand.

Die Abb. 125 zeigt einen sehr einfachen, leicht herzustellenden Hochohmwiderstand, der sowohl als Anodenwiderstand, als auch zur Ableitung des Gitterpotentials benutzt werden kann. Er besteht in der Hauptsache aus einer kleinen Hartgummiplatte von der Größe 90 × 25 mm, auf der zwei Klemmen T_1 und T_2 in einem Abstand von 50 mm aufgeschraubt sind. Zwischen diesen beiden Klem-

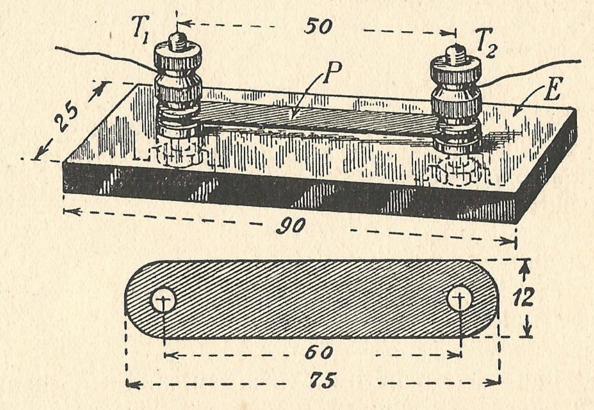


Abb. 125. Einfacher Hochohmwiderstand.

men ist das eigentliche Widerstandselement, bestehend aus einem 75 mm langen, 12 mm breiten, mit chinesischer Tusche getränkten Streifen Löschpapier eingespannt. Der Streifen muß vor dem Einspannen gut getrocknet werden, denn in feuchtem Zustand ist sein Widerstandswert natürlich sehr gering. Ist der Streifen vollständig trocken, so besitzt er einen Widerstand von etwa 1 Megohm (1 Million Ohm). Damit das Papier beim Festklemmen an den Enden nicht verletzt wird, legt man auf beiden Seiten eine Unterlegscheibe zwischen das Widerstandselement und die Klemme.

Eine Veränderung des Widerstandswertes kann in gewissen Grenzen dadurch bewirkt werden, daß man mehrere solche Widerstandsele-

mente einsetzt. Soll der Hochohmwiderstand als Anodenwiderstand verwendet werden, so gibt man den beiden Klemmen einen Abstand von 25 mm und legt eine ganze Reihe solcher mit Tusche getränkter, gut ausgetrockneter Widerstandselemente unter.

2. Ein veränderlicher Hochohmwiderstand.

Der in Abb. 126 dargestellte Hochohmwiderstand besteht in der Hauptsache aus einem Widerstandselement *W*, einem Kontaktarm *H* und 10 Kontaktknöpfen K_1 bis K_{10}, die durch blanke Kupferdrähte mit dem Widerstandselement verbunden sind. Durch Betätigung des Kontaktarms kann der Wert des Widerstandes in weiten Grenzen verändert werden. Steht z. B. der Hebel auf K_1, so ist der ganze Widerstand, dessen Wert etwa 2 Megohm beträgt, eingeschaltet. Durch Übergang auf die nächsten Knöpfe verringert sich der Wert jeweils um $^1/_9$, so daß bei Knopf K_{10} nur noch etwa 200000 Ohm im Stromkreis liegen.

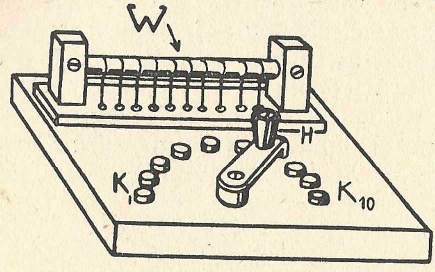
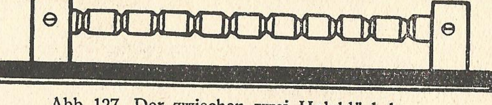
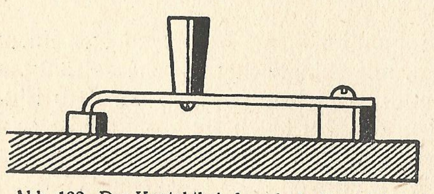


Abb. 126. Veränderlicher Hochohmwiderstand.

Die Selbstherstellung des Widerstands ist nicht schwierig. Als Widerstandsmaterial verwenden wir einen gewöhnlichen Schreibgriffel, von dem wir ein 90 mm langes Stück abschneiden, um es nach Abb. 127 unter Zuhilfenahme zweier Holzblöckchen auf eine Hartgummiplatte zu montieren. Vor dem Einspannen wird der Griffel mit einer Dreikantfeile an 10 gleich weit voneinander entfernten Stellen angeritzt, so daß ringförmige Einkerbungen entstehen, die man mit 0,1 mm starkem, blankem Kupferdraht wulstförmig ausfüllt (vgl. Abb. 126). An jeden Drahtwulst wird ein 10 cm langes Stück dickeren Kupferdrahts gelötet. Die freien Enden


Abb. 127. Der zwischen zwei Holzblöckchen eingespannte Griffel mit den Kerben.


Abb. 128. Der Kontakthebel und ein Kontaktknopf im Schnitt.

dieser Zuführungsdrähte werden mit den Kontaktknöpfen verbunden. Die Anordnung der Kontaktknöpfe und des Drehhebels geht aus den Abb. 126 und 128 hinreichend deutlich hervor.

3. Ein anderer veränderlicher Hochohmwiderstand.

Zur Selbstherstellung dieses Hochohmwiderstands, der sich in der Praxis als sehr brauchbar erwiesen hat, sind folgende Materialien erforderlich:

Eine Hartgummiplatte von der Größe 100 × 100 × 6 mm.

Ein Schalthebel.

Elf Kontaktknöpfe mit Gegenmuttern und Unterlegscheiben.

Zwei Apparateklemmen und zwei Anschlagstifte.

Ein wenig schwarze Tusche und etwas festes Zeichenpapier.

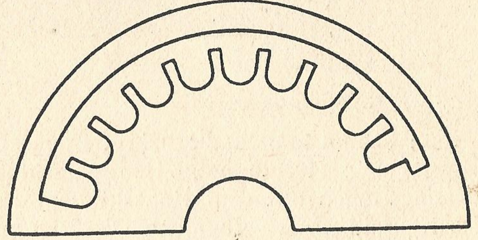


Abb. 129. Die halbkreisförmige Scheibe mit der umrandeten Zeichnung.

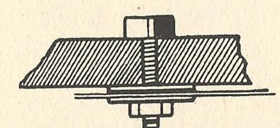


Abb. 131. Schnitt durch einen Kontakt.

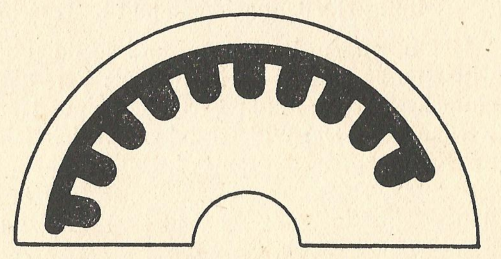


Abb. 130. Die halbkreisförmige Scheibe mit der ausgefüllten Zeichnung.

Wir schneiden zuerst aus dem Zeichenpapier nach Abb. 129 eine halbkreisförmige Scheibe von 80 mm Durchmesser aus, auf der mit Tusche die umrandete Figur aufgezeichnet wird. Darauf gießen wir in eine Farbschale ein paar Tropfen schwarze Tusche und fügen ihr soviel feinstes Graphitpulver bei, daß eine dünnflüssige breiartige Masse entsteht, die wir unter Verwendung eines feinen Dachshaarpinsels innerhalb der umrandeten Figur vorsichtig auftragen. Die Figur erhält dadurch das Aussehen von Abb. 130. Das Papier wird im Ofen gut getrocknet und sodann mit dünnflüssiger Schellacklösung, die wir im Wasserbad erhitzt haben, auf die Rückseite der Hartgummiplatte geklebt. Diese Hartgummiplatte wird in der Mitte der schwarzen Punkte durchbohrt; in die Bohrungen werden in der

aus Abb. 131 ersichtlichen Weise Kontaktknöpfe eingesetzt. Damit beim Anschrauben der Knöpfe das Papier nicht verletzt wird, werden zwischen Papier und Gegenmutter kleine Messingunterlegscheiben gelegt, die gleichzeitig einen guten Kontakt vermitteln.

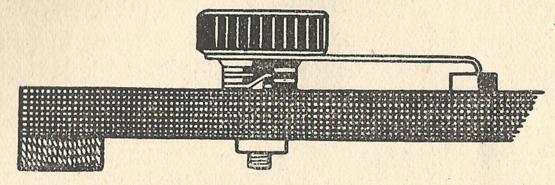


Abb. 132. Der Schalthebel.

Zum Schluß werden die beiden Apparateklemmen auf der Vorderseite der Hartgummiplatte angeschraubt und durch dünne Messingstreifen mit dem Kontaktknopf Nr. 1 bzw. der Drehachse des Kontakthebels verbunden. Die Anordnung des Hebels geht aus Abb. 132 hervor.

4. Ein Hochohmwiderstand für Experimentierempfänger.

Der besondere Vorteil des im folgenden beschriebenen Hochohmwiderstands besteht darin, daß die Veränderung seines Wertes auf einfachste Weise durch Verdrehen eines Hartgummiknopfs bewirkt werden kann. Der Widerstand eignet sich daher sehr gut zum Einbau in Kastenapparate, ganz besonders aber zur Verwendung bei Experimentierempfängern, wo man ja auf leichte Einstellbarkeit des Hochohmwiderstandes sehr viel Wert legen muß. Die Wirkungsweise des Widerstands beruht darauf, daß zwei vierkantige Gummischnüre, deren Oberfläche mit Graphitpaste bestrichen ist, mehr oder weniger auseinandergezogen werden können, wodurch sich die Dichte des Graphitüberzugs und damit auch sein Widerstandswert ändert. Wie aus Abb. 133 hervorgeht, sind die Gum-

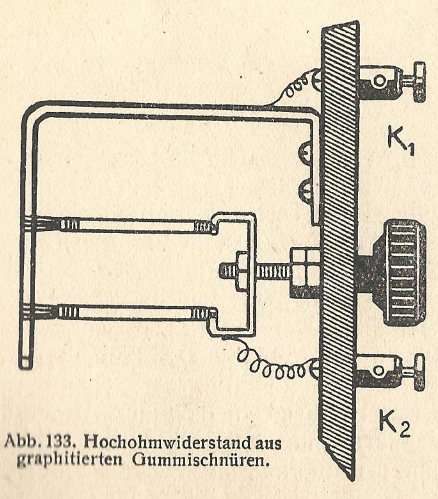


Abb. 133. Hochohmwiderstand aus graphitierten Gummischnüren.

mischnüre an beiden Enden mit Kupferdraht umwickelt. Diese Drahtwicklung ist mit den winkelförmig gebogenen Messingbändern verbunden.

Die Gummischnüre haben im ungespannten Zustand eine Länge von 45 mm. Sie werden zuerst gut mit gewöhnlichem Graphitpulver eingerieben und dann mit einer Graphitpaste bestrichen, die wir auf folgende Weise selbst bereiten: Wir nehmen etwas Gummilösung, wie sie zum Flicken der Fahrradpneumatiks verwendet wird, und mischen sie sorgsam mit feinstem Graphitpulver, so daß eine zähflüssige schwarze Masse entsteht. Diese Paste wird auf die Schnüre aufgetragen und gut verrieben.

Zur Herstellung der Messingwinkel verwenden wir ein 10 mm breites Messingband von 1 mm Stärke. Die Größenverhältnisse der einzelnen Teile kann man aus Abb. 133 entnehmen, aus der auch die Verbindungsweise der Apparateteile mit den Klemmen K_1 und K_2 hervorgeht.

5. Die Messung selbstgebauter Hochohmwiderstände.

Das im folgenden angegebene Verfahren zur Messung von Hochohmwiderständen hat als Grundlage das Ohmsche Gesetz $W = \frac{E}{J}$.

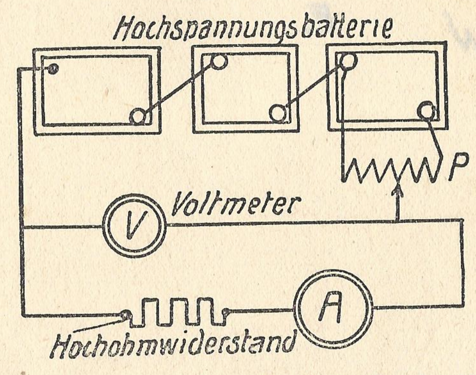


Abb. 134. Anordnung zur Messung selbstgebauter Hochohmwiderstände.

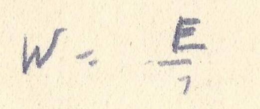
Da die beiden Größen E und J (Spannung und Stromstärke) durch Messung ermittelbar sind, kann auch W (der Widerstand) bestimmt werden.

Die Meßanordnung besteht nach Abb. 134 aus drei Batterien von je 40 Volt Spannung (s. S. 111), einem Potentiometer P (s. S. 75 ff.),

einem Mikroamperemeter A (ein Teilstrich = 20 Mikroampere) und einem Voltmeter V (Meßbereich = 120 Volt).

Die drei Batterien befinden sich in Hintereinanderschaltung. An den Klemmen der letzten Batterie ist das Potentiometer P angeschlossen, so daß durch Betätigung des Kontaktschiebers die Spannung der ganzen Batterie auf genau 100 Volt herabgedrückt werden kann, was an dem im Nebenschluß liegenden Voltmeter V abzulesen ist. Das Mikroamperemeter A und der zu messende Widerstand W liegen in Hintereinanderschaltung zwischen den Klemmen K_1 und K_2.

Zeigt bei der Messung das Amperemeter eine Stromstärke von 50 Mikroampere an und ist gleichzeitig die Spannung der Batterie genau 100 Volt, so besitzt der eingeschaltete Widerstand einen Wert von 2 Megohm, denn nach dem Ohmschen Gesetz ist $W = \frac{100}{0{,}00005}$ = 2000000 Ohm. Werden 100 Mikroampere abgelesen, so ist der Wert nur 1 Megohm usw. Bei der Messung muß man sehr darauf sehen, daß kein Kurzschluß entsteht, da sonst die Wicklung des teuren Meßinstruments durchbrennt!



SECHSTES KAPITEL.

Transformatoren.

I. Telephontransformatoren.

Die Verwendung eines niederohmigen Telephons an Stelle der in der Radiotechnik gebräuchlichen Fernhörer mit 4000 Ohm Widerstand macht die Einschaltung eines Telephontransformators erforderlich. Er hat die Aufgabe, die im Anodenkreis der letzten Röhre herrschende Spannung zu erniedrigen, so daß der Strom für die niederohmige Wicklung des Fernhörers wirksam wird.

Ein niederohmiger Fernhörer in Verbindung mit einem Telephontransformator ist einem Fernhörer mit 4000 Ohm Widerstand nicht nur ebenbürtig, sondern er hat vor diesem manches voraus. So ist

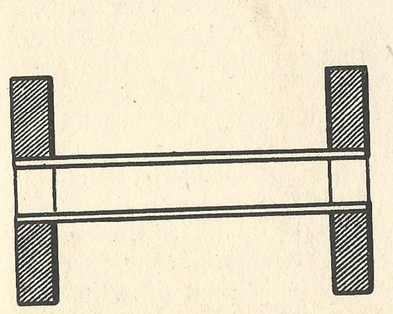


Abb. 135. Die Spule für den Telephontransformator im Schnitt.

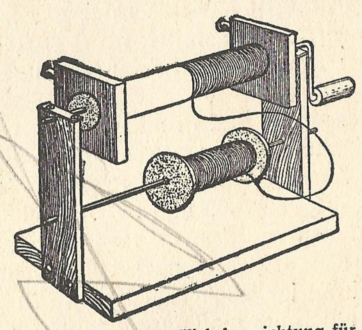


Abb. 136. Einfache Wickelvorrichtung für größere Spulen.

zum Beispiel die Gefahr des Ausbrennens der Magnetwicklung infolge ungeschickten Hantierens mit der Anodenbatterie auf ein Mindestmaß beschränkt. Ferner stören die Eigengeräusche des Apparats viel weniger als sonst, schließlich ist ein niederohmiges Telephon viel billiger als ein hochohmiges. Diese Vorteile des Niederohm-Telephons werden manchen Bastler veranlassen, vom Kaufe eines teuren Hochohm-Fernhörers abzusehen und sich lieber einen Telephontransformator zwecks Verwendung eines niederohmigen Telephons zu bauen, das man unter Umständen ebenfalls selbst her-

stellen kann. Im folgenden ist der Bau zweier Telephontransformatoren eingehend beschrieben.

Wir beginnen mit der Herstellung einer Holzspule von 75 mm Länge, deren Endscheiben einen Durchmesser von 50 mm erhalten und mit einer konzentrischen Bohrung von 15 mm Weite versehen sind. Der Außendurchmesser der Spulenröhre beträgt 15 mm. Die Röhre wird in der bekannten Weise durch Umwickeln eines Rundholzstabs mit Packpapier unter reichlichem Dazwischenstreichen von Kleister angefertigt. Die Endscheiben werden aus 6 mm starkem Hartholz ausgesägt und in der aus Abb. 135 ersichtlichen Weise mit heißem Tischlerleim auf die Enden der Pappröhre geleimt.

Die Sekundärspule besteht aus 20 g emailliertem Kupferdraht von 0,1 mm Stärke, dessen Anfang durch ein in die Endscheibe gebohrtes Loch nach außen gezogen wird, so daß ein ungefähr 20 cm langes Stück freibleibt. Sodann wird der Draht Windung an Windung aufgewickelt, bis die erste Lage fertig ist. Jede fertige Lage wird mit heißem Paraffin bestrichen und mit einem Streifen paraffinierten Schreibpapiers umhüllt (einlagig!). Auf das Papier wird die nächste Lage aufgetragen und so fortgefahren, bis sämtlicher Draht verbraucht ist. Das Ende der Sekundärwicklung wird nun wieder nach außen geführt, wo es später mit einer der auf der Außenseite der Spule angebrachten Klemmen verbunden wird. Die fertige Sekundärspule erhält eine mehrlagige Papierhülle, so daß zwischen Sekundär- und Primärspule, mit deren Anfertigung wir sogleich beginnen, eine gut isolierende Trennschicht besteht.

Zur Herstellung der Primärspule werden 100 g emaillierter Kupferdraht von 0,05 mm Stärke benötigt. Da das Aufwickeln des sehr dünnen Drahtes von Hand kaum durchzuführen ist, stellen wir uns zu diesem Zwecke nach Abb. 136 eine kleine Spulmaschine her, die die schwierige Wickelarbeit sehr erleichtert. Beim Wickeln des Primärdrahts muß man darauf achten, daß er nicht reißt. Sollte dies doch einmal geschehen, so muß man die beiden Enden miteinander verlöten und die Lötstelle mit Isolierpapier umwickeln. Die Lötung kann man natürlich nicht mit dem Lötkolben ausführen; man bewirkt sie am besten in einer kleinen Spiritusflamme. Zu diesem Zwecke werden die Enden des Drahtes mit einem scharfen Messer blankgeschabt, sorgsam miteinander verdreht, gut mit Lötwasser befeuchtet, in den Rand einer Spiritus- oder Bunsenflamme gehalten und mit einem dünnen Stanniol- oder Zinnstreifen betupft. Ist die Lötung sauber gelungen, so wird die Lötstelle mit einem Stückchen paraffinierten Seidenpapier umwickelt, worauf man mit dem Wickeln der Spule weiterfährt. Jede fertige Drahtlage wird mit

einem Blatt Paraffinpapier umhüllt, wodurch die Wickelarbeit sehr erleichtert und die Isolation der einzelnen Lagen gegeneinander beträchtlich erhöht wird. Das Ende des Drahtes führen wir durch ein in die Endscheibe gebohrtes Loch nach außen; mit dem Anfang ist dies natürlich auch geschehen.

Um der Spule äußerlich ein hübsches Aussehen zu verleihen, wird sie mit ein paar Lagen schwarzer Seide oder mit schwarzem Glanzpapier umhüllt. Auf die Endscheiben werden sodann vier Apparateklemmen aufgesetzt, an die man die Enden der Sekundär- und der Primärwicklung anschließt (vrgl. Abb. 137). Man darf sich aber nicht damit begnügen, die Drahtenden einfach unterzuklemmen, sondern muß sie, um mangelhafte Kontakte zu vermeiden, gut verlöten. Um ein Verwechseln der beiden Wicklungen zu verhüten, bezeichnet man die Klemmen mit „*PE*" (Primär-Ende),

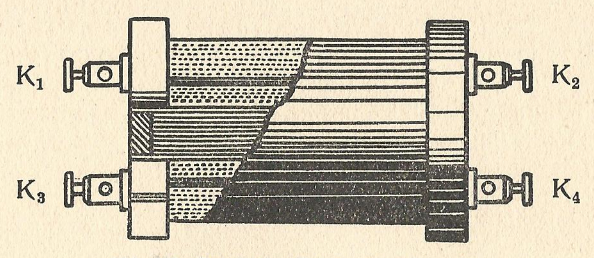


Abb. 137. Der fertige Telephontransformator.

„*PA*" (Primär-Anfang), „*SE*" (Sekundär-Ende) und „*SA*" (Sekundär-Anfang).

Als letzte Aufgabe bleibt nun noch übrig, die Spule mit einem Eisenkern zu versehen. Er wird, um das Auftreten schädlicher Wirbelströme zu unterbinden, aus gut ausgeglühten und lackierten Einzeldrähten zusammengesetzt.

Wir beschaffen uns 150 g gut ausgeglühten Eisendraht von 0,5 mm Stärke und schneiden ein längeres Drahtstück ab, dessen eines Ende wir im Schraubstock festklemmen. Das andere Ende wird mehrmals um einen Werkzeuggriff geschlungen und der Draht nun kräftig angezogen, bis er schließlich an irgendeiner Stelle zerreißt. Das auf dem Boden liegende, geradgereckte Drahtstück wird mit der Kneifzange in Stücke von 70 mm Länge zerteilt. Das Ganze wiederholen wir, bis wir soviel Stücke haben, daß ein Bündel von 12 mm Durchmesser daraus gebildet werden kann.

Die nächste Aufgabe ist, die Drahtstücke einzeln zu lackieren. Wir füllen zu diesem Zweck ein Probierröhrchen oder eine kurze Glas-

röhre, die wir auf der einen Seite mit einem Korkzapfen verschlossen haben, mit Eisenlack, tauchen die Drähte einzeln ein (aber vollständig, also mit Hilfe einer Flachzange) und breiten sie zum Trocknen auf einem Blatt Papier aus. Nach kurzer Zeit ist der Lacküberzug soweit getrocknet, daß wir die Drahtstücke zu einem Bündel zusammenfassen können. Das Drahtbündel wird mit einer Lage weißen Nähfadens umwickelt, wobei Windung genau an Windung gelegt werden muß. Die Enden des Fadens werden sauber verknüpft. Dann wird der ganze Kern für eine Weile in heißes Paraffin getaucht, so daß sich alle schädlichen Lufträume mit Paraffin füllen. Ist das geschehen, so läßt man den Kern abkühlen, schiebt ihn in die Höhlung der Spule und verschließt die Höhlung auf beiden Seiten durch Eingießen von flüssigem Paraffin.

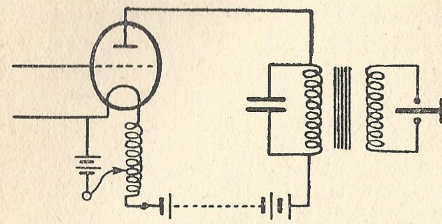


Abb. 138. Normales Schaltbild eines Telephontransformators.

Die Schaltungsweise des Transformators geht aus Abb. 138 hervor. Die Primärwicklung wird an den Klemmen K_1 und K_2 in den Anodenkreis eingeschaltet, während an die Klemmen K_3 und K_4 das Niederohm-Telephon gelegt wird.

Wollen wir die Anfertigung einer besonderen Pappspule für den Transformator vermeiden, so gehen wir folgendermaßen vor: Wir verfertigen einen Eisenkern aus einem Bündel 0,7 mm starker, gut ausgeglühter Eisendrähte, das eine Länge von 115 und einen Durchmesser von 12 mm besitzt. Auf die beiden Enden des Eisenkerns werden quadratische Holzscheiben von 8 mm Stärke und 40 mm Seitenlänge aufgesetzt. Dann wird der Kern mit paraffiniertem Schreibpapier umwickelt, und zwar in mehreren Lagen.

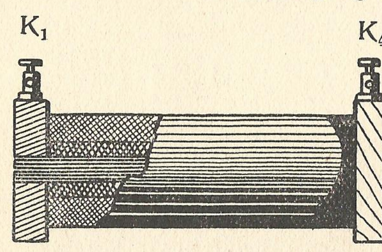


Abb. 139. Unmittelbar auf den Eisenkern gewickelter Telephontransformator.

Die Sekundärspule besteht aus 1700 Windungen seideumsponnenen Kupferdrahts von 0,35 mm Stärke. Die einzelnen Lagen sind voneinander durch paraffiniertes Seidenpapier getrennt. Die Enden der Sekundärwicklung werden an die Klemmen K_1 und K_2 gelegt.

Als Primärdraht verwendet man doppelt mit Seide umsponnenen Kupferdraht von 0,05 mm Stärke, der in 3800 Windungen auf die

Sekundärspule gewickelt wird. Die beiden Wicklungen sind durch mehrere Lagen Isolierpapier sorgfältig voneinander zu trennen.

Als äußere Umhüllung der Spule verwendet man schwarze Seide, schwarzes Wachstuch oder schwarzes Glanzpapier (vgl. Abb. 139).

Zuletzt wird die Spule auf ein 12 mm starkes Grundbrett von 125 × 70 mm Größe montiert, das man zur Erhöhung der Isolation mit kleinen Porzellanfüßchen versehen kann.

Beim Gebrauch wird der Niederohm-Fernhörer an die Klemmen K_3 und K_4 angeschlossen, während die Klemmen K_1 und K_2 mit dem Empfangsgerät verbunden werden; in Abb. 139 sind die Klemmen K_2 und K_3 nicht sichtbar.

II. Hochfrequenztransformatoren.

Bei den meisten Hochfrequenz-Verstärkungs-Schaltungen wird der Anodenkreis der vorhergehenden Röhre mit dem Gitterkreis der nächsten Röhre vermittelst eines eisenlosen Hochfrequenz-Transformators induktiv gekoppelt. Nur bei einstufigen Hochfrequenzverstärkern gibt man gelegentlich der kapazitiven Kopplung der Verstärkerröhre mit dem Audion den Vorzug.

Jeder Transformator besitzt eine gewisse Resonanzlage. Folglich muß entweder der Transformator abstimmbar ausgeführt, d. h. mit Drehkondensatoren zusammengeschaltet werden, die die Resonanzlage des Transformators je nach Bedarf nach oben oder unten zu verschieben gestatten, damit stets auf ein Optimum eingestellt werden kann, oder man ist gezwungen, „halbaperiodische" bzw. „aperiodische" Transformatoren zu verwenden, die eine größere Dämpfung und daher auch eine breitere Resonanzlage besitzen. Die halbaperiodischen und aperiodischen Transformatoren werden im Gegensatz zu den abstimmbaren Transformatoren, deren Wicklung aus Kupferdraht besteht, mit dünnem Widerstanddraht gewickelt.

Die Verwendung abstimmbarer Transformatoren ist besonders dann zu empfehlen, wenn es sich um ein- oder zweistufige Hochfrequenz-Verstärker-Schaltungen handelt. Bei mehrstufigen Verstärker-Schaltungen wird die Anordnung sehr verwickelt und neigt stark zur Erzeugung von Eigenschwingungen. Aus diesem Grunde verwendet man bei mehr als zwei Verstärkungsstufen fast ausschließlich halbaperiodische oder aperiodische Transformatoren. Im folgenden ist die Selbstherstellung aller drei Arten beschrieben.

1. Abstimmbare Hochfrequenztransformatoren.

Zur Herstellung der in Abb. 140 dargestellten Spule, auf die sowohl der Primär- als auch der Sekundärdraht gewickelt wird, sind drei

viereckige Hartgummischeiben von 5 mm Stärke und 63 mm Kantenlänge erforderlich. Außerdem werden zwei Scheiben von 50 mm Kantenlänge und 3 mm Stärke benötigt. Sämtliche Scheiben werden im Diagonalenschnittpunkt durchbohrt und durch eine Mutterschraube von 26 mm Länge so miteinander verschraubt, daß die kleineren Scheiben zwischen je zwei größere zu liegen kommen. Auf diese Weise entstehen zwischen den größeren Hartgummischeiben Hohlräume, die mit Kupferdraht ausgefüllt werden können.

Zwischen der Primär- und der Sekundärwicklung besteht bei diesem Transformator kein eigentlicher Unterschied, denn beide Spulen erhalten eine Drahtwicklung von genau derselben Länge und derselben Drahtstärke.

Ist der Transformator für eine Wellenlänge von rund 200 m bestimmt, so bewickelt man jede Spule mit 50 Windungen von 0,1 mm starkem, doppelt mit Seide umsponnenem Kupferdraht. Bei längeren Wellen muß man den Spulenkörper vergrößern, um genügend Draht unterbringen zu können. Man wählt in diesem Falle für die größeren Hartgummischeiben eine Kantenlänge von 75 mm, während man bei den kleineren Scheiben die Kantenlänge von 50 mm beibehält.

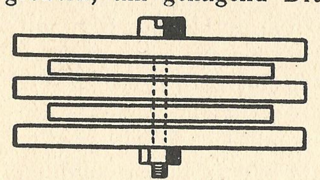


Abb. 140. Die Spule des abstimmbaren Hochfrequenztransformators.

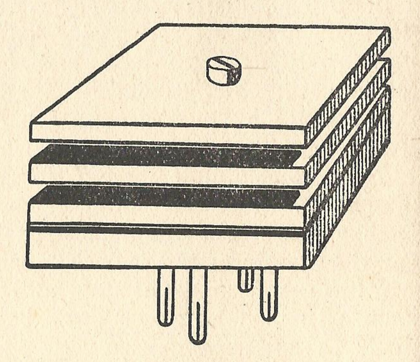


Abb. 141. Abstimmbarer Hochfrequenztransformator mit Stecker.

Die günstigste Windungszahl für die gebräuchlichsten Wellenbereiche zwischen 200 und 3000 Metern kann man der nachfolgenden Tabelle entnehmen, die sich auf Doppelseidendraht von 0,1 mm Stärke bezieht:

Wellenlänge .... m	200	400	700	1000	1500	2200	3000
Die Primär- und die Sekundärspule erhalten Windungen:	50	100	150	200	250	450	600

Der fertig bewickelte Transformator wird nach Abb. 141 auf einen Hartgummisockel montiert, der mit Steckkontakten versehen ist, so daß er in einen Röhrensockel eingestöpselt werden kann. Auf diese

Weise ist es leicht möglich, die Transformatorenspulen beim Übergang von einem Wellenbereich zum andern auszuwechseln. Die Enden der beiden Wicklungen werden mit den Steckkontakten verlötet.

Die Schaltung des Transformators geht aus Abb. 142 hervor. Das Schaltbild zeigt eine typische Hochfrequenzverstärkerschaltung mit abstimmbaren Transformatoren. An die Enden der beiden Trans-

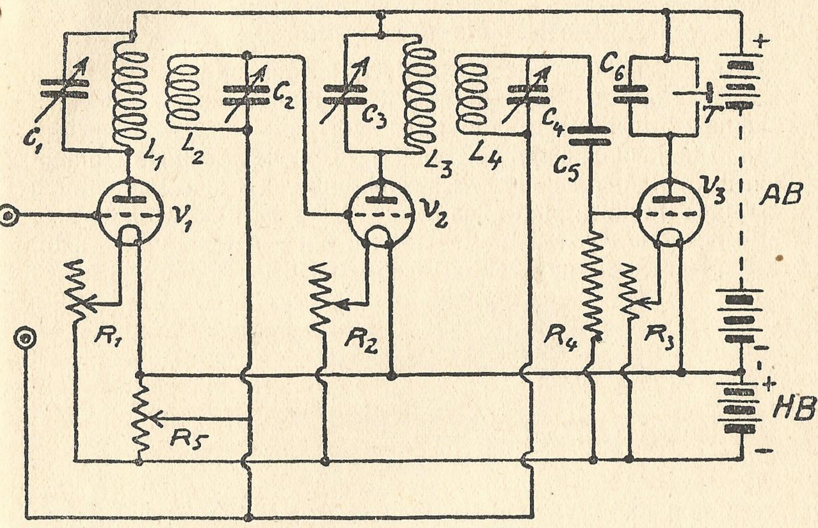


Abb. 142. Typische Hochfrequenzverstärkerschaltung mit Primär- und Sekundärabstimmung der Kopplungstransformatoren L_1/L_2 und L_3/L_4.

formatorenwicklungen L_1 und L_2 bzw. L_3 und L_4 ist je ein Drehkondensator (C_1—C_4) von 200 cm Kapazität geschaltet, durch dessen Veränderung ein gewisser, durch die Windungszahl des Transformators bedingter Wellenbereich bestrichen werden kann. Durch Auswechseln der Transformatorenspulen gegen solche höherer Windungszahl kann die Resonanzlage des Transformators in den Bereich der höheren Wellenlängen gerückt werden.

2. Halbaperiodische Hochfrequenztransformatoren.

Bei den eben beschriebenen abstimmbaren Hochfrequenz-Transformatoren müssen an beide Wicklungen Drehkondensatoren angeschaltet werden, durch deren Veränderung die Resonanzlage des Transformators nach oben oder unten verschoben werden kann. In der Praxis hat sich herausgestellt, daß der Drehkondensator der

Primärspule sich entbehren läßt, ohne daß die Abstimmschärfe des Transformators wesentlich leidet, wenn man diese Spule statt mit Kupferdraht mit Widerstandsdraht von 0,1 mm Stärke (doppelt oder einfach mit Seide umsponnen) bewickelt.

Im übrigen werden die halbaperiodischen Transformatoren in der gleichen Weise angefertigt wie die abstimmbaren Transformatoren.

3. Aperiodische Hochfrequenztransformatoren.

Der Spulenkörper besteht aus einer Hartgummiröhre von 75 mm Länge, 31 mm Außendurchmesser und 2 mm Wandstärke, in deren Höhlung beiderseits 10 mm starke kreisrunde Hartgummischeiben von 27 mm Durchmesser eingepaßt werden. Die beiden Hartgummischeiben erhalten eine zentrische Bohrung von 3 mm Weite, durch die eine Schraubenspindel von 125 mm Länge gesteckt wird, die man beiderseits durch zwei Messingmuttern mit der Röhre verschraubt. Außerdem werden an jede Endscheibe zwei kleine Apparateklemmen

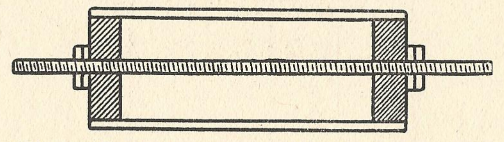


Abb. 143. Spulenkörper des aperiodischen Hochfrequenztransformators.

geschraubt, die später zum Anschluß der Primär- und der Sekundärwicklung dienen (Abb. 143).

Wenn die Beschaffung einer Hartgummiröhre zu kostspielig erscheint oder Schwierigkeiten bereitet, so kann man auch eine Glasröhre entsprechender Größe verwenden. Die Röhre muß jedoch aus gut isolierendem Glase bestehen. Man wird sie daraufhin am besten mit Hilfe eines Goldblattelektroskopes nach dem weiter hinten angegebenen Verfahren prüfen, um sich vor späteren Enttäuschungen zu bewahren. Weißes und grünes Glas (an der Schnittfläche betrachtet!) ist in den meisten Fällen gut brauchbar, während rotes oder bläuliches Glas stets untauglich ist, da es leitende Metallsalze enthält. Die Enden der Glasröhre werden durch vorsichtiges Einpassen von Hartgummischeiben verschlossen, die man wie oben behandelt. Ist die Kernröhre fertig, so wird mit dem Wickeln des Drahtes begonnen. Zum Wickeln der Primärspule brauchen wir 0,1 mm starken, doppelt mit Seide umsponnenen Widerstandsdraht. Wir kaufen etwa 35 g, was zur Herstellung einer ganzen Reihe von Transformatorenspulen ausreicht. Das Wickeln der Spule beginnt damit, daß wir das

eine Ende des feinen Drahtes mit der Apparateklemme K_1 verlöten; sodann wickeln wir 250 eng aneinanderliegende Windungen auf den Spulenkörper. Da die fertige Drahtlage eine Breite von 50 mm besitzt, muß man sich beim Aufwickeln des Drahtes darnach richten und genau 12 mm vom Rande der Spule entfernt mit der ersten Windung beginnen. Das Ende des Drahtes wird mit der auf der andern Seite der Spule befindlichen Klemme K_2 verlötet. Darauf wird die ganze Drahtlage, um ein Abrollen zu verhüten, mit Zaponlack bestrichen.

Ist der Lacküberzug trocken, so erhält die Primärwicklung eine Hülle aus Seidenstoff, deren Ränder man sauber vernäht. Auf diese isolierende Zwischenschicht wird die Sekundärwicklung aufgebracht.

Die Sekundärwicklung besteht aus 300 Windungen doppelt mit Seide umsponnenen Widerstandsdrahts von 0,1 mm Stärke, der im selben Sinne wie bei der Primärspule auf die Seidenhülle gewickelt

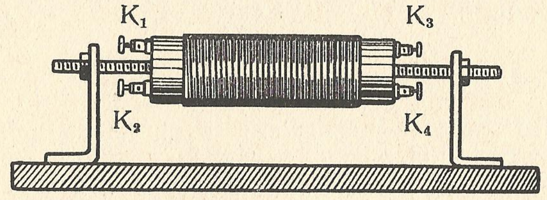


Abb. 144. Auf einem Hartgummisockel montierter aperiodischer Hochfrequenztransformator.

wird, nachdem man den Anfang des Drahtes mit der Klemme K_3 verlötet hat. Damit die Sekundärspule genau symmetrisch auf die primäre Spule zu liegen kommt, muß man mit der ersten Windung 9 mm vom Rande der Spule entfernt beginnen. Das Ende der Sekundärwicklung wird mit der Klemme K_4 verlötet; die fertige Drahtlage erhält einen Zaponlacküberzug.

Die letzte Aufgabe ist, den Transformator in der Weise auf einen Hartgummisockel zu montieren, daß er ohne Mühe gegen einen andern ausgewechselt werden kann. Dies erreicht man nach Abb. 144 am besten dadurch, daß auf eine Hartgummiplatte zwei Messingwinkel aufgeschraubt werden, die mit Schlitzen versehen sind; in diese Schlitze wird die Spule mit ihrer Schraubenspindel eingehängt.

Beim Gebrauch wird der Transformator an den Klemmen K_1 und K_2 in den Anodenkreis der ersten Verstärkerröhre geschaltet, während die Klemmen K_3 und K_4 mit dem Gitterkreis der nächsten Röhre verbunden werden. Die angegebenen Windungszahlen für Primär- und Sekundärwicklung sind so gewählt, daß der Trans-

formator für den deutschen und englischen Unterhaltungs-Rundspruch (300—500 m Wellenlänge) benutzt werden kann. Die besten Ergebnisse erzielt man beim Arbeiten mit den Wellen um 400 m, doch kann man die Bereiche von 300 und 500 m auch recht gut empfangen, da der Transformator keine ausgesprochene Resonanzlage besitzt.

Zum Empfang von längeren Wellen muß man Transformatoren mit größerer Windungszahl verwenden. Die nachfolgende Tabelle gibt die verschiedenen Windungszahlen an:

Günstigste Wellenlänge ..... m	400	600	900	1200	1500
Windungszahl d. Primärspule:	250	350	550	800	1000
Windungszahl der Sekundärspule	300	420	660	950	1200

Empfehlenswert ist es, die genaue Windungszahl durch Versuche praktisch zu ermitteln, da sie sich bei den verschiedenen Geräten und Schaltungsanordnungen oft sehr bedeutend nach oben oder unten verschiebt.

III. Niederfrequenztransformatoren.

Die Herstellung eines guten Niederfrequenz-Transformators ist eine schwierige Arbeit, die nur solchen Bastlern gelingen wird, die große Handfertigkeit und reiche Erfahrung in der Herstellung elektrischer Apparate besitzen. Auch erfordert das Wickeln des sehr dünnen Kupferdrahts und die Herstellung des Eisenkerns viel Geduld und Ausdauer.

Zur Anfertigung der Drahtspule benötigen wir eine Hartgummiröhre von 85 mm Länge, 15 mm Außendurchmesser und 1½ mm Wandstärke. Auf diese Röhre werden beiderseits kreisförmige Hartgummischeiben gekittet, die mit einer zentrischen Bohrung von 15 mm Durchmesser versehen sind.

Die Primärwicklung besteht aus 70 g (= etwa 530 m) doppelt mit Seide umsponnenen Kupferdrahts von 0,1 mm Stärke. Sie wird mit Hilfe der auf Seite 87 abgebildeten Spulmaschine auf die Hartgummispule gewickelt, nachdem an den Anfang des Drahtes ein etwa 50 cm langes Stück isolierten Kupferdrahts von 0,5 mm Stärke gelötet wurde. Dieser Draht wird in der bekannten Weise durch ein in die Endscheibe gebohrtes Loch nach außen geführt, so daß etwa 20 cm frei vorstehen. Sodann wird mit dem Wickeln der Spule begonnen. Im Ganzen sind etwa 10000 Windungen auszuführen, was 1—2 Stunden Zeit erfordert. Jede fertiggestellte Lage wird mit paraffiniertem Seidenpapier umhüllt; dadurch wird das regelmäßige

Aufwickeln des Drahtes sehr erleichtert. Ist die ganze Drahtlänge verarbeitet, so verlötet man das Ende mit einem 0,5 mm starken Draht, von dem man etwa 20 cm nach außen zieht. Die beiden Enden werden später mit den Anschlußklemmen verbunden. Die fertige Primärspule wird sauber mit Isolierband umwickelt, so daß eine isolierende Trennschicht entsteht, auf die der Sekundärdraht gewickelt werden kann.

Zur Herstellung der Sekundärwicklung sind 140 g doppelt mit Seide umsponnener Kupferdraht von 0,1 mm Stärke erforderlich. Um ein Abbrechen der durch die Endscheiben geführten Drahtenden zu verhüten, wird jederseits ein 50 cm langes Drahtstück von 0,5 mm Stärke angelötet. Beim Wickeln wird der Draht hin und wieder mit Isolierlack bestrichen; jede fertiggestellte Lage wird mit paraffinier-

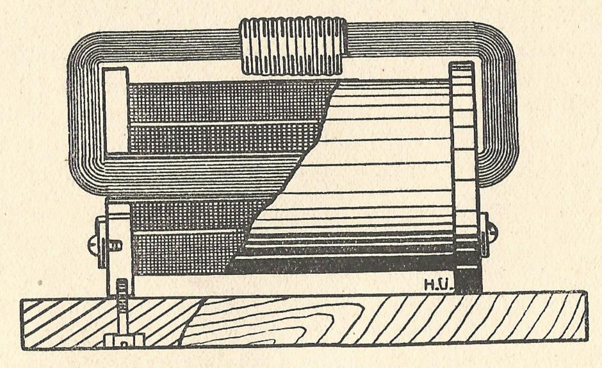


Abb. 145. Niederfrequenztransformator.

tem Seidenpapier umhüllt. Ist sämtlicher Draht verbraucht, so erhält die Spule eine Hülle aus schwarzem Wachstuch, schwarzer Seide oder schwarzem Glanzpapier.

Der Eisenkern wird aus 0,5 mm starkem ausgeglühtem Eisendraht hergestellt. Wir zerschneiden den Draht in passende Längen, die wir durch straffes Anspannen geraderecken (vgl. S. 89) und zerteilen die Längen mit der Kneifzange in Stücke von 25—30 cm. Die Drähte werden einzeln mit Eisenlack bestrichen, nach dem Trocknen zu einem festen Bündel zusammengelegt und in die Höhlung der Spule gesteckt. Die Enden sollen beiderseits gleichweit herausschauen. Ist man so weit, so biegt man die frei vorstehenden Enden der einzelnen Drähte je zweimal rechtwinklig um, damit sie, wie aus Abb. 145 hervorgeht, über der Spule zusammenstoßen und ineinandergreifen. Dann haben wir die Aufgabe, je zwei Enden der einen und der andern

Seite mit feinem Eisendraht (sog. Blumendraht) zu verbinden, so daß ein geschlossener Drahtkreis entsteht. Sind wir damit fertig, so wird das ganze Bündel gut mit Eisenlack getränkt und mit Isolierband umwickelt.

Zuletzt wird die Spule auf eine Hartgummiplatte montiert, worauf man die Enden der Wicklungen mit vier Anschlußklemmen verbindet. Die Klemmen werden entsprechend bezeichnet (s. S. 89), damit man Anfang und Ende der beiden Wicklungen kennt.

Beim Betrieb wird die Primärwicklung mit den Telephonklemmen (d. s. die Klemmen, an die sonst der Fernhörer angeschlossen wird) eines Detektor- oder Audionempfängers verbunden, während man die Enden der Sekundärwicklung an das Gitter und die Kathode der Verstärkerröhre legt.

Befürchtet man Störungen durch Feuchtwerden der Transformatorenwicklung, so legt man die Spule in ein Holzkästchen, dessen Inneres man zuerst auspicht und dann mit reinem Paraffin ausgießt. So wird ein Zutritt der Luft sicher verhindert. Die Enden der Wicklungen werden in diesem Fall durch kleine in die Kastenwand gebohrte Löcher nach außen geführt. Die Bohrungen werden durch Einstecken kurzer Stücke einer zerbrochenen Barometerröhre isoliert.

IV. Ladetransformatoren.

Das Laden der Heizbatterie aus einem Wechselstromnetz erfordert außer einem Gleichrichter (s. darüber das 7. Kapitel) einen Ladetransformator, der die Netzspannung auf die zum Betrieb des Gleichrichters erforderliche Spannung heruntertransformiert. Nachstehend sind mehrere Formen solcher Ladetransformatoren beschrieben.

1. Manteltransformatoren.

Der in Abb. 146 gezeigte kleine Manteltransformator ist primär für normalen Wechselstrom von 110 Volt berechnet, während er sekundär eine Spannung von 27 Volt liefert. Die sekundäre Wicklung kann aber auch unterteilt werden, etwa in drei gleiche Teile. In diesem Fall gestattet sie nach Wahl die Entnahme von 9, 18 und 27 Volt; für Experimentierzwecke ist das oft sehr willkommen.

Der wichtigste Teil jedes Ladetransformators ist der Eisenkern, der zur Vermeidung der schädlichen Wirbelströme aus sorgfältig voneinander getrennten dünnen Eisenblechen aufgebaut wird. Im vorliegenden Fall soll der Kern die in Abb. 147 gezeigte Form erhalten. Das dazu verwendete weiche Eisenblech (Dynamoblech) darf

höchstens 0,25—0,3 mm dick sein. Aus diesem Blech schneidet man die einzelnen Scheiben nach dem Muster der Abb. 148, in der die einzelnen Dimensionen in Millimetern angegeben sind. Die nötige Anzahl Blechscheiben richtet sich nach ihrer Stärke; der ganze Kern soll einschließlich der isolierenden Zwischenschichten, die am besten aus mit Isolierlack bestrichenem dünnem Papier bestehen, 102 mm dick sein. Das Zusammensetzen des Kerns wird erleichtert, wenn man die Papierlagen gleich auf die Bleche klebt; jedes Blech braucht natürlich nur auf einer Seite eine Isolierschicht zu erhalten.

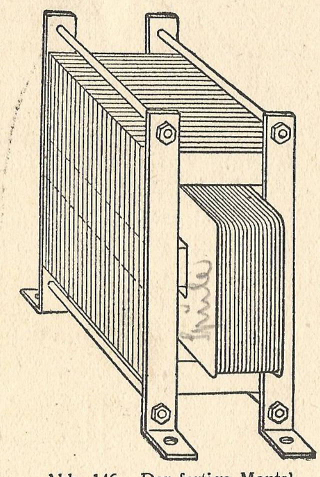


Abb. 146. Der fertige Manteltransformator.

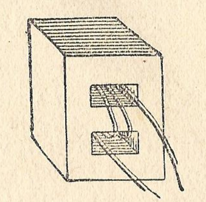


Abb. 147. Schema unseres Manteltransformators.

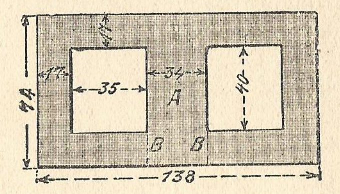


Abb. 148. Muster für die Bleche, aus denen der Kern zusammengesetzt wird; Maßgaben in Millimetern.

Legt man alle Bleche aufeinander, so bilden sie bei sauberer Arbeit einen glatten, rechteckigen Eisenblock mit zwei 35×40 mm großen Öffnungen, die der 34 mm breite Steg A voneinander trennt. Auf diesen Steg — den eigentlichen Kern — werden die beiden Wicklungen aufgebracht, die übereinander liegen sollen. Da es sehr schwierig sein würde, die Drähte unmittelbar auf den Kern zu wikkeln, benützt man als Unterlage eine Spule entsprechender Größe, die nachträglich auf den Kern geschoben wird. Dazu müssen wir den den „Mantel" bildenden Teil der Eisenbleche — die ja in sich geschlossen sind — natürlich aufschneiden. Wie wir dabei am besten verfahren, werden wir später sehen.

Die zur Erstellung der Wicklung nötige rechteckige Spule ist in Abb. 149 dargestellt. Sie wird aus dünnem Karton zusammengeklebt und erhält folgende Maße:

Länge der Innenöffnung	....	BC	= 115 mm
Breite der „	....	AB	= 36 „
Tiefe der „	....	AD	= 39 „
Einheitliche Breite der Flanschen		EF	= 33 „

Am leichtesten gelingt die Herstellung, wenn man den den Spulenkörper bildenden Streifen nach Art der bekannten Modellierbogen

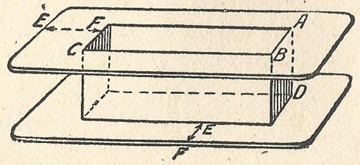


Abb. 149. Die zur Aufnahme der beiden Wicklungen dienende Spule.

mit schmalen Ansätzen versieht (vgl. die schraffierten Teile in Abb. 150), die rechtwinkelig umgebogen und auf die dann die Flanschen (vgl. Abb. 151) aufgeklebt werden. Da der zu verwendende Karton recht dünn sein soll, um den Zwischenraum zwischen Kern und Wicklung möglichst klein zu halten, stellt die fertige Spule kein sehr stabiles Gebilde dar. Man tut deshalb gut daran, die Spulenöffnung, ehe man die Bewicklung aufbringt, mit einem passenden Holzklotz auszufüllen, der etwas daraus hervorragt. Man kann dann

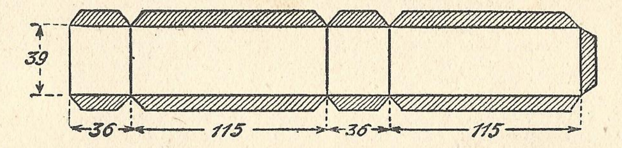


Abb. 150. Muster für den Kartonstreifen zur Erstellung des Spulenkörpers.

ruhig mit der Spule hantieren, ohne fortwährend befürchten zu müssen, sie zu zerdrücken. Ehe sie bewickelt wird, ist die Spule auf allen Flächen, auch innen, mit einem kräftigen Isolierlackanstrich zu versehen, der nach dem Trocknen wiederholt wird. Sodann bringt man die Wicklung auf, und zwar zunächst die sekundäre, damit der dickere Draht unten liegt.

Zur Erstellung der Sekundärwicklung benötigen wir 30—35 m doppelt mit Baumwolle umsponnenen Kupferdrahts von 2 mm Dicke; der Anfang wird durch ein in die obere Flansche gestochenes kleines Loch gesteckt (vgl. *t* in Abb. 151). Der Draht soll etwa 30—40 cm frei aus dem Loch herausragen, damit man hernach die Verbindung mit den Anschlußklemmen für den Sekundärkreis bequem bewerkstelligen kann. Das Bewickeln geschieht in der uns be-

kannten Weise von Hand. Jede Windung muß glatt auf der Spule liegen und dicht an die benachbarte anschließen; jede fertige Lage wird durch einen doppelten Isolierlackanstrich gegen die nächste isoliert. Insgesamt sind für die in Aussicht genommene Sekundärspannung von 27 Volt 87 Windungen aufzubringen. Will man die Wicklung unterteilen, um drei verschiedene Spannungen abnehmen zu können, so ist nach der 28. und nach der 59. Windung eine Abzweigung (verlöten, Lötstelle durch Bewickeln mit Isolierband gut isolieren) anzubringen. Diese Abzweigdrähte führt man gleichfalls durch Löcher in der oberen Flansche nach außen, um sie später mit Anschlußklemmen zu verbinden. Dasselbe geschieht mit dem freien Ende des Drahtes. Die fertige Wicklung umschnürt man mit einem Streifen Rohseide in doppelter Lage, den man dick mit Isolierlack bestreicht; dadurch wird die Seidenschicht zugleich festgeklebt und in ihrer Isolierwirkung verstärkt.

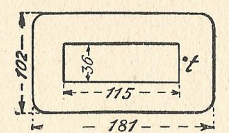


Abb. 151. Muster für die Flanschen der Spule.

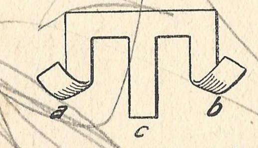


Abb. 152. Wie man die zerschnittenen Kernbleche aufbiegt.

Auf diese Trennschicht wickelt man die Primärspule, die aus 180—200 m doppelt mit Baumwolle umsponnenen Kupferdrahts von 0,8 mm Stärke besteht. Aufgebracht werden 334 Windungen; Anfang und Ende sind durch Löcher in den Flanschen nach außen zu führen; jede Lage wird gegen die nächste durch einen kräftigen Isolierlackanstrich isoliert. Ist auch die Primärwicklung fertig, so umschnürt man sie gleichfalls mit einem Streifen Rohseide und bringt zum Schluß einen doppelten Isolierlackanstrich auf. Bei sauberer Arbeit und richtiger Bemessung der Drahtlängen müssen die übereinanderliegenden Wicklungen die Spule gerade füllen.

Nunmehr ist die Spule auf den Kern zu bringen. Zu diesem Zwecke werden die Eisenbleche einzeln den in Abb. 148 punktiert gezeichneten Linien BB nach aufgeschnitten*), worauf man die Streifen *a* und *b* gemäß Abb. 152 zur Seite klappt. Man kann dann das Mittelstück *c* leicht durch die Spulenöffnung stecken, um hernach die Teile *a* und *b* in die normale Stellung zurückzubiegen, so daß der

*) Es ist wohl selbstverständlich, daß man diese Schnitte BB schon beim Ausschneiden der Kernöffnungen macht, da diese Arbeit sonst recht schwierig ist.

geschlossene Mantel wieder hergestellt ist. Die ganze Prozedur nimmt man an jedem Blech einzeln vor, legt dabei aber die Bleche so aufeinander, daß die Schnittfugen aller geradzahligen Bleche an der einen Seite der Spule, die Schnittfugen der ungeradzahligen auf der entgegengesetzten Seite liegen. Auf diese Weise liegen alle Schnittfugen zwischen zwei vollen Blechstücken; dadurch wird die schädliche Streuung an den Fugen stark vermindert. Ist das letzte Blech eingesetzt, so preßt man den ganzen Kern mit Hilfe von vier kräftigen Eisenstreifen und vier Schraubenbolzen passender Länge fest zusammen (vgl. Abb. 146), so daß man ein völlig starres Gebilde erhält. Die vier Eisenblechstreifen sollen so lang sein, daß man sie am unteren Ende rechtwinkelig umbiegen kann. Dadurch erhält man vier Füße, mit denen man den Transformator auf einem starken Grundbrett festschraubt. Es empfiehlt sich, dieses Grundbrett auf kleine Porzellanisolatoren zu setzen, um den Apparat angesichts des darin arbeitenden Starkstroms gut gegen die Erde zu isolieren. Die aus der Spule frei hervorstehenden Drahtenden werden an passende Klemmschrauben geführt, und zwar ordnet man die beiden Klemmen der Primärwicklung auf der einen Seite, die Klemmen der Sekundärwicklung auf der entgegengesetzten an. Hat man die Sekundärwicklung unterteilt, um drei Spannungen abnehmen zu können, so führt man den Anfang an eine mit 1 bezeichnete Klemme, die erste Abzweigung an Klemme 2, die zweite Abzweigung an Klemme 3, das Ende an Klemme 4. Zwischen Klemme 1 und 2 kann man dann 9 Volt abnehmen, zwischen Klemme 1 und 3 18, zwischen Klemme 1 und 4 27 Volt. Um Verwechslungen zu vermeiden, sind die Klemmen der Primärseite, die sehr kräftig sein müssen, deutlich zu bezeichnen. Zweckmäßig ist es, wenn man den Anschluß des Transformators an die Lichtleitung durch einen Steckkontakt bewirkt. Die Verbindungsdrähte zum Stecker werden dann gleich mit den Primärklemmen verlötet, so daß man auf keinen Fall falsch verbinden kann. Entfernt man den Stecker aus der Dose, so ist der Transformator ausgeschaltet; diese Verbindungsart gewährt zugleich die größtmögliche Handhabungssicherheit, wenn man sich nur hütet, die Steckstifte selbst zu berühren. Empfehlenswert ist es, in die Verbindung zum Lichtnetz eine auf etwa 2 Ampere Abschmelzstromstärke berechnete doppelpolige Sicherung einzusetzen. Will man die Steckerschnur mit den Primärklemmen verlöten, so werden die Sicherungen am besten gleich auf dem Grundbrett des Transformators montiert. Will man den Anschluß durch nicht mit den Klemmen verlötete Drähte bewirken, so ist ein doppelpoliger Hebelausschalter in die Verbindungsleitung zu

legen. Alle diese im Starkstromkreis liegenden Teile wird man besser nicht selbst anfertigen, sondern kaufen, damit sie zu Beanstandungen keinen Anlaß geben. Aus diesem Grunde läßt man auch den Anschluß am richtigsten durch einen Elektroinstallateur bewirken, der die Anlage natürlich ganz unsern Bedürfnissen gemäß einrichten kann. Bevor man sie in Gebrauch nimmt, muß die Anlage vom zuständigen Elektrizitätswerke auf Betriebssicherheit untersucht werden. Diese Prüfung erstreckt sich auch auf den Transformator.

Im Sekundärkreis kann man dem Transformator im Dauerbetrieb eine Stromstärke von höchstens 8 Ampere entnehmen, so daß er also eine Höchstleistung von etwa 8 Ampere × 27 Volt = 216 Watt aufweist, entsprechend einer primären Leistung von 2 Ampere × 110 Volt = 220 Watt. Vorübergehend kann man ihm, wenn man eine niedrigere Spannung benützt, auch eine höhere Stromstärke entnehmen. Man muß nur darauf achten, daß die Wicklung sich dabei nicht so stark erhitzt, daß die Umspinnung verbrennt, da sonst Kurzschluß eintritt. Um eine unbeabsichtigte Überschreitung der Normalstromstärke zu verhüten, empfiehlt es sich, den Sekundärkreis mit bei 8 Ampere schmelzenden Sicherungen auszurüsten. Braucht man gelegentlich einen stärkeren Strom, so werden die Sicherungen entweder durch kräftigere ersetzt oder vorübergehend mit einem Kupferdraht überbrückt.

Ein etwas kleineres Modell von etwa 170 Watt Leistung erhält man, wenn man der Sekundärspule des beschriebenen Transformators statt 87 nur 71 Windungen gibt. Man erhält dann bei 110 Volt primär auf der Sekundärseite 22 Volt; auch hier kann man maximal 8 Ampere entnehmen. Eine etwaige Unterteilung der Sekundärspule wird am besten so vorgenommen, daß man 5, 10, 15 und 22 Volt abnehmen kann. Da auf jedes Volt der Sekundärspannung 71 : 22 = ca. 3,2 Windungen entfallen, kann man die Abzweigstellen leicht berechnen.

2. Kerntransformatoren.

Nach dem gleichen Prinzip (Wicklungen auf besonderer Spule, Aufschneiden der Bleche, Aufstecken der Spule) lassen sich, wie Abb. 153 zeigt, auch kleine Kerntransformatoren bauen, die die beiden Wicklungen auf einem Schenkel tragen, während der andere frei ist. Die 0,25—0,3 mm dicken Kernbleche werden nach Abb. 154 zurechtgeschnitten. Für einen Transformator, der bei primär 110 Volt sekundär eine Höchstspannung von 27 Volt liefern soll, sind die Kernbleche nach folgenden Maßangaben zu schneiden:

Strecke AB = 130 mm
„ BC = 130 „

Strecke DE = 50 mm
„ EF = 50 „
„ FG = 40 „
„ DH = 40 „

Beim Ausschneiden der Öffnung wird der Schenkel I C bei *a* der punktierten Linie entlang aufgeschnitten. Zum Aufschieben der bewickelten Spule wird das Stück *a* C zur Seite geklappt. Der fertige Kern soll einschließlich der möglichst dünn zu haltenden Isolierschichten 40 mm dick sein. Die Sekundärspule besteht aus 177 Windungen doppelt mit Baumwolle umsponnenen Kupferdrahts von 2 mm Dicke; die Primärspule weist bei 0,8 mm Drahtstärke 680 Windungen auf. Die Höchststromstärke der Sekundärseite beträgt 8 Ampere, die Leistung des Transformators demnach etwa 216 Watt.

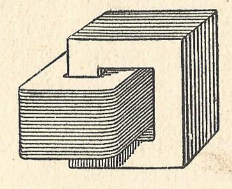


Abb. 153. Ein einfacher Kerntransformator.

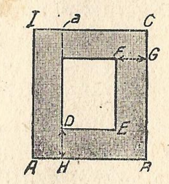


Abb. 154. Muster für die Kernbleche zu Abb. 153.

Zum Laden zweizelliger Heizbatterien braucht man eine Spannung von rund 5 Volt. Gibt man dem eben beschriebenen Kerntransformator folgende Dimensionen:

Strecke AB = 85 mm
„ BC = 130 „
„ DE = 25 „
„ EF = 50 „
„ FG = 30 „
„ DH = 30 „
} Kernbleche gemäß Abb. 154

Dicke des Kernes einschließlich Zwischenlagen = 27 mm,
Sekundärspule: Drahtstärke 0,8 mm, 35 Windungen,
Primärspule: Drahtstärke 0,4 mm, 680 Windungen,

so liefert er eine Sekundärspannung von 5 Volt und kann mit maximal 2 Ampere beansprucht werden. Solche Ladetransformatoren baut man am besten fest in die Ladeanlage ein (vgl. dazu das auf S. 102 Gesagte); für andere Zwecke (Experimente u. dgl.) ist ihre Leistung zu gering.

Statt die beiden Wicklungen auf eine Spule zu bringen und diese auf den Kern zu schieben, können wir den Sekundär- und den Primärdraht auch unmittelbar auf den Kern wickeln, der dann aus

vollen Blechstreifen besteht, die man nachträglich so um die fertige Wicklung zusammenbiegt, daß sie die eine Seite fest umschließen. Auf diese Weise ist der in Abb. 155 gezeigte Kleintransformator gebaut, ein amerikanisches Modell, das in „Popular Mechanics Maga-

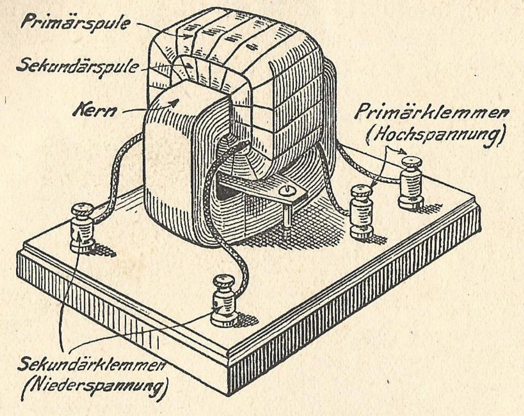


Abb. 155. Größerer Kerntransformator.

zine“ beschrieben wurde. Alle Angaben für die Anfertigung dieses Transformatortyps sind in der auf S. 107 wiedergegebenen Tabelle zusammengestellt, und zwar für Transformatoren von 25, 50, 75, 100, 150 und 250 Watt Leistung. Transformatoren für Leistungen

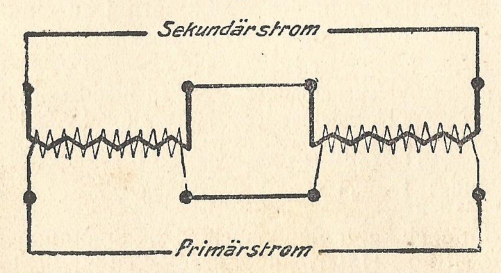


Abb. 156. Hintereinanderschaltung der Primär- und der Sekundärspulen eines Transformators mit zwei Wicklungen auf jedem Kern.

von 200, 300 und 500 Watt erhält man, wenn man die in der Tabelle für 100, 150 und 250 Watt angegebenen Drahtmengen doppelt nimmt und die eine Hälfte jeder Wicklung auf den einen, die andere auf den anderen Schenkel bringt, so daß jeder Schenkel eine Primär- und eine Sekundärwicklung trägt, wie sie zu den Transformatoren von 100, 150 und 250 Watt gehört. Die Länge des Kernes muß in

diesem Fall um 25 % vergrößert werden. Die zwei Primärspulen sind hernach parallel zu schalten, desgleichen die beiden Sekundärspulen (vgl. Abb. 157). Am besten geschieht das nicht durch Verlöten der einzelnen Drähte, sondern so, daß man die Drahtenden einzeln an Klemmen führt und die Schaltung durch Verbindung der

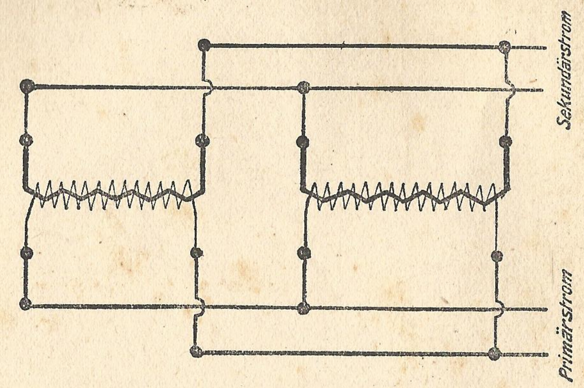


Abb. 157. Nebeneinanderschaltung der Primär- und der Sekundärspulen eines Transformators mit zwei Wicklungen auf jedem Kern.

Klemmen vornimmt. Man kann dann die Spulen gelegentlich auch hintereinander schalten (vgl. Abb. 156), was die Möglichkeit schafft, dem Transformator drei verschiedene Spannungen zu entnehmen, dadurch nämlich, daß man die Wicklungen je nach Bedarf nach folgendem Schema miteinander verbindet:

Primärspannung:	110 oder 220 V	110 oder 220 V	110 oder 220 V
Primärspulen:	Nebeneinander	Nebeneinander	Hintereinander
Sekundärspulen:	Nebeneinander	Hintereinander	Nebeneinander
Sekundärspannung: Spule gewickelt für 6 Volt	6 V	12 V	3 V
Sekundärspannung: Spule gewickelt für 12 Volt	12 V	24 V	6 V

Selbstverständlich kann man verschiedene Spannungen aber auch durch entsprechende Unterteilung der Sekundärwicklung, wie es oben beschrieben wurde, erhalten.

Über die Ausführung der Arbeit nur wenige Worte. Der Kern wird, wie ich schon sagte, aus vollen Blechstreifen hergestellt, die hernach gemäß Abb. 155 um die darauf angebrachte Wicklung herumgebogen werden. Das zu verwendende Eisenblech muß sich also gut biegen lassen; 0,25—0,3 mm dickes Dynamoblech (oder als Ersatz gewöhnliches weiches Eisenblech) wird am besten sein. Die Breite der Streifen, die in Abb. 158 mit W bezeichnet ist, ergibt sich

Maßangaben für Kerntransformatoren nach Abb. 155.

	Primärspannung 110 V						Primärspannung 220 V					
Leistung . . . . Watt	25	50	75	100	150	250	25	50	75	100	150	250
Primärspule: Drahtstärke . . . . mm	0,5	0,6	0,8	1,0	1,3	1,8	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,3
Zahl der Windungen	570	475	340	285	228	190	1140	950	680	570	456	380
Ungefähre Länge*) . . . . m	183	159	127	109	92	83	367	334	267	225	183	167
Sekundärspule bei 6 Volt Sekundärspannung: Drahtstärke . . . . . mm	2,0	2,5	3,6	4,5	5,7	8,0	2,0	2,5	3,6	4,5	5,7	8,0
Zahl der Windungen . . .	30	25	18	15	12	10	30	25	18	15	12	10
Sekundärspule bei 12 Volt Sekundärspannung: Drahtstärke . . . . . mm	1,5	1,8	2,5	3,2	4,0	5,7	1,5	1,8	2,5	3,2	4,0	5,7
Zahl der Windungen . . .	60	50	36	30	24	20	60	50	36	30	24	20
Kern: Breite (W in Abb. 158) . . . . . . mm	35	37,5	43,7	50,0	53,0	62,5	35	37,5	43,7	50,0	53,0	62,5
Mittlere Länge (L in Abb. 158) . . mm	270	300	345	375	420	540	270	300	345	375	420	540
Gewicht des Eisens . . . . kg	1,36	1,81	2,81	3,71	4,95	9,0	1,36	1,81	2,81	3,71	4,95	9,0

*) Die Drahtlänge hängt von der Stärke der Isolation ab. Sehr dicke Isolation muß vermieden werden, besonders bei den kleineren Typen und in der Sekundärspule. Am geeignetsten ist doppelt mit Baumwolle umsponnener Kupferdraht.

für die verschiedenen Transformatorgrößen aus der Tabelle. Da die Streifen einer um den anderen herumgelegt werden sollen, muß jeder folgende Streifen etwas länger als der vorangehende sein. Die Tabelle verzeichnet als Längenmaß die mittlere Länge L, die nach Abb. 158 dem in der Mitte des Kernes liegenden Streifen zukommt. Wieviel man bei den übrigen Streifen zugeben muß, läßt sich durch Versuche leicht ermitteln. Wieviel Streifen aufeinander zu legen sind, ergibt sich aus der Rubrik „Gewicht des Eisens“ in der Tabelle. Danach wird man sich beim Einkauf richten. Zwischen je zwei Blechstreifen kommt auch hier ein Blatt dünnes mit Isolierlack überzogenes Papier; beim Einlegen ist darauf zu achten, daß die Papierzwischenlagen die Enden der Bleche auf je 2—2½ cm freilassen müssen. Auf diese Breite sollen die zusammengebogenen Bleche sich überlappen.

Zum Aufbringen der Sekundärwicklung legt man die Blechstreifen n der aus Abb. 158 ersichtlichen Weise zusammen, so daß die kür-

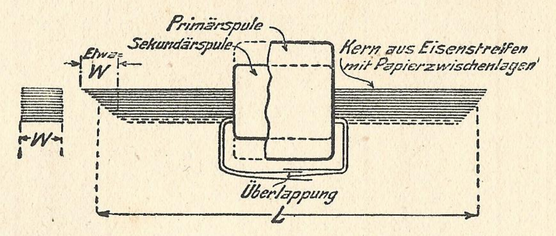


Abb. 158. Der Kern mit den Spulen vor der Biegung der Blechstreifen; die Buchstaben W und L beziehen sich auf die Tabelle S. 107.

zesten Streifen unten liegen. Die Sekundärspule kann unmittelbar auf den Kern gewickelt werden. Zweckmäßig ist es, zunächst zwei aus starkem Karton geschnittene, mit Isolierlack bestrichene, stramm auf den Kern passende Flanschen aufzuschieben und die Wicklung dazwischen anzuordnen. Die Arbeit des Wickelns wird dadurch erleichtert. Wenn es Schwierigkeiten macht, den dicken Draht aufzutreiben, der nach der Tabelle für die Sekundärspule der größeren Transformatoren benötigt wird (4,5, 5,7 und 8 mm Durchmesser), kann man sich dadurch helfen, daß man dünnere Drähte zu einem Bündel zusammenlegt, das den gleichen Querschnitt aufweist. Man verwendet dazu natürlich blanke Drähte und umwickelt das Bündel zur Isolation spiralig mit einem Streifen Papier oder dünnem Leinenband. Da der Spannungsunterschied zwischen benachbarten Windungen sehr niedrig ist, genügt diese Isolation vollkommen. Zu dicke Isolation ist sogar nachteilig, da großer Umfang der Sekundärspule eine größere Länge des Primärdrahts bedingt. Die fertige

Sekundärspule wird am besten mit dünnem Leinenband umwunden, das man durch einen doppelten Isolierlackanstrich festhält. Sodann wird die Primärwicklung aufgebracht, die man zweckmäßig auf einer passenden Kartonunterlage gesondert wickelt. Sobald man damit fertig ist, wird die Unterlage vorsichtig entfernt und die Spule fest mit Leinenband umwunden, damit sie ihre Form behält. Selbstverständlich ist darauf zu achten, daß die Innenöffnung weit genug bleibt, so daß man die Spule bequem über die Sekundärwicklung schieben kann. Zur Erstellung der Primärspule ist doppelt mit Baumwolle umsponnener Dynamodraht zu verwenden; jede fertige Lage wird mit einem kräftigen Schellackanstrich versehen. Da es auch hier wichtig ist, den Umfang der Spule so klein wie möglich zu halten, um die Windungen recht dicht an den Kern heranzubringen, ist zu dicke Isolation unbedingt zu vermeiden. Ist Dynamodraht nicht zu bekommen, so ist gewöhnlicher Leitungsdraht (für Klingelleitungen) jedem Guttaperchadraht oder andern stark isolierten Qualitäten unbedingt vorzuziehen, denn der Spannungsunterschied zwischen den einzelnen Windungen ist auch hier gering; er wird etwa 2,5 Volt betragen.

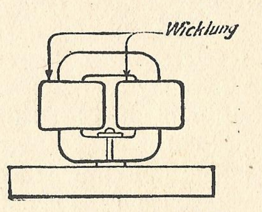


Abb. 159. Schema der größeren Transformatoren mit zwei Spulenpaaren.

Sitzen beide Wicklungen an ihrem Platze, so kann der Kern zurechtgebogen werden. Unsere Aufgabe ist es dabei, den magnetischen Kraftlinien einen möglichst guten und möglichst kurzen Weg zu schaffen. Dazu biegt man die Blechstreifen einzeln so eng wie möglich um die Spule herum, damit die freien Enden auf der Unterseite übereinandergelegt werden können (vgl. Abb. 158). Die Überlappung soll, wie schon gesagt, 2—2½ cm betragen; auf diese Breite ist die isolierende Papierschicht des einen Endes zu entfernen, so daß das blanke Eisen beider Enden sich berührt. Gegen den nächsten Streifen aber muß die Papierisolation natürlich vollständig sein, damit nicht etwa zwei Blechstreifen miteinander in Berührung stehen. Zeigt sich beim Zusammenbiegen, daß die Enden eines Streifens sich auf größere Breite als vorgeschrieben überlappen würden, so sind beide Enden entsprechend zu kürzen. Dabei muß man sich stets vor Augen halten, daß der Wirkungsgrad des Transformators um so besser ist, je geringere Länge der Kern aufweist, je mehr Eisen man also wegschneidet. Sind alle Bleche zusammengebogen, so schiebt man an der Stelle, wo die Streifen sich überlappen, einen etwa 3—3½ cm breiten Streifen aus etwa 1 mm dickem Eisenblech zwischen Kern

und Wicklung hindurch, mit dessen Hilfe man den Transformator gemäß Abb. 155 auf dem Grundbrett befestigt und zugleich den Kern zusammenpreßt.

Die größeren Transformatoren, die auf jedem Schenkel die doppelte Wicklung tragen, werden in der gleichen Weise gebaut, mit der Ausnahme, daß man die beiden Spulensätze auf dem flachliegenden Kern so anordnet, daß sie nach dem Zusammenbiegen der Kernbleche gemäß Abb. 159 auf einander gegenüberliegenden Schenkeln des hier ein Viereck bildenden Kernes sitzen. Daß man auch die kleineren Transformatoren nach diesem Muster bauen kann, wenn man die Möglichkeit haben will, die Spulen wahlweise hinter- und nebeneinanderzuschalten, ist selbstverständlich. Einfacher erreicht man aber das Ziel, verschiedene Spannungen abnehmen zu können, wenn man innerhalb der Sekundärspule entsprechende Abzweigungen macht.

Bezüglich des Grundbretts, der Klemmschrauben, des Anschlusses an das Lichtnetz, der Schmelzsicherungen usw. gilt das auf S. 102 Gesagte. Wiederholt sei, daß es besonders wichtig ist, eine Verwechslung der Spulen beim Anschluß des Primärstroms unbedingt zu verhindern, weil bei einer Einleitung des Primärstroms in die Sekundärspule dessen Spannung nicht herabgemindert, sondern hinauftransformiert wird, so daß in der dann als Sekundärspule wirkenden Primärspule äußerst gefährliche Hochspannungen entstehen. Die feste Verbindung der Primärspule mit einem Steckkontakt ist das beste Mittel, solchen Verwechslungen vorzubeugen, und wenn man zugleich in den Primäranschluß Schmelzsicherungen entsprechender Stärke legt (die Abschmelzstromstärke ermittelt man, indem man die in Watt angegebene Leistung des in Frage kommenden Transformators durch die Primärspannung dividiert), ist man — sorgsame Handhabung des Apparats vorausgesetzt — vor allen Unglücksfällen, die das Hantieren mit Starkstrom sonst leicht mit sich bringen kann, unbedingt gesichert.

SIEBENTES KAPITEL.

Anodenbatterien, Tragkasten für Heizbatterien, Gleichrichter und Verwandtes.

1. Eine Anoden-Naßbatterie von 40 Volt Spannung.

Die für Radiozwecke viel verwendeten und im Betrieb sehr sauberen und praktischen Hochspannungs-Trockenbatterien haben den großen Nachteil, daß der breiartige Elektrolyt schon nach verhältnismäßig kurzer Zeit erstarrt. Dabei nimmt der innere Widerstand der

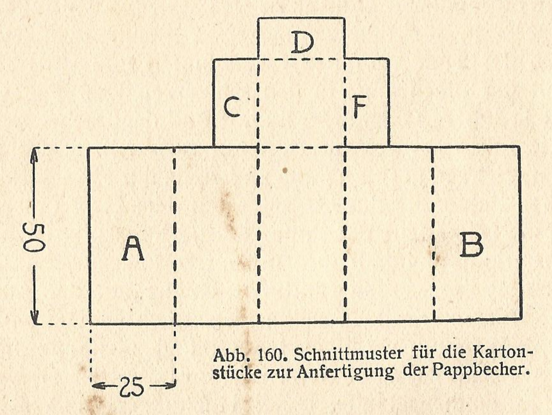


Abb. 160. Schnittmuster für die Kartonstücke zur Anfertigung der Pappbecher.

Batterie schnell zu, was sich durch die bekannten Störgeräusche (Krachen und Knacken) im Fernhörer bemerkbar macht.

Die „Anoden-Naßbatterien" besitzen diesen Nachteil nicht, sie leisten vielmehr jahrelang unverändert gute Dienste. Außerdem ist die Herstellung sehr einfach und billig.

Wir beginnen mit der Beschaffung der Elementbecher. Dazu eignen sich am besten Glasgefäße von 5 cm Höhe und 3 cm Durchmesser. Da solche Gefäße aber nur schwer zu bekommen und auch nicht gerade billig sind, ziehen wir es vor, wasserdichte Gefäße aus Karton selbst herzustellen. Das ist viel einfacher, als es vielleicht auf den ersten Blick scheint.

Wir beschaffen uns ein größeres Stück guten zähen Kartons von 1,5 mm Stärke und schneiden daraus mit einem scharfen Messer 27 der in Abb. 160 dargestellten Stücke, die wir einzeln in siedendes Paraffin tauchen.

Hierauf werden die paraffinierten Kartonstücke die gestrichelten Linien entlang geknickt und so umgebogen, daß die beiden Wände *A* und *B* übereinandergreifen und die am Bodenstück hängenden Lappen *C*, *D* und *F* sich im Innern des Bechers an die Wände legen. Zum Verkleben des paraffinierten Kartons eignet sich am besten heißer Tischlerleim. Die sauber verleimten Becher werden mit Bindfaden umwickelt und an einem warmen Ort zum Trocknen aufgestellt.

Nach Erledigung dieser Arbeit bringen wir in ein mittelgroßes Gefäß eine größere Menge Pech, fügen kleinere Mengen Schellack, Paraffin, Siegellack und einige Stücke einer zerbrochenen Grammophonplatte hinzu und erhitzen den Topf auf geschlossenem Feuer und unter beständigem Umrühren so lange, bis der Inhalt, der zu einer schwarzen, dickflüssigen Masse zusammenschmilzt, siedet. Jetzt wird der Topf vom Feuer genommen und einer der Pappbecher mit der Flachzange in den schwarzen Brei eingetaucht, so daß sich das Innere vollständig anfüllt und der Becher sich auf der Außenseite mit einer schwarzen Haut überzieht. Sobald das geschehen ist, zieht man ihn heraus und stellt ihn etwa ½ Minute auf einer dicken Papierunterlage beiseite, um der Masse Gelegenheit zu geben, in die Oberfläche der Pappe einzudringen; hernach wird der noch nicht erkaltete Inhalt in den Topf zurückgegossen.

Auf diese Weise werden sämtliche Becher auf der Außen- und Innenseite mit einer zähen, völlig wasserdichten Haut überzogen, die auch bei ziemlich rauher Behandlung nicht abspringt. Bekommt der Lacküberzug später Risse, so hatte das Gemisch nicht die rechte Zusammensetzung. Durch Hinzufügen von Wachs, Paraffin und kleineren Stücken von Grammophonplatten kann man ihm die erforderliche Zähigkeit verleihen.

Zweckmäßig ist es, die Becher vor dem Eintauchen in das kochende Gemisch über einem Bunsen- oder Spiritusbrenner leicht anzuwärmen, damit eine recht innige Verbindung erzielt wird.

Unsere nächste Aufgabe ist die Herstellung der Elektroden. Die negative Elektrode wird nach Abb. 161 aus 1 mm starkem Zinkblech geschnitten und die gestrichelten Linien entlang rechtwinklig umgebogen. Bei Verwendung viereckiger Gefäße ist die Benützung vierkantiger Elektroden vorteilhaft, da der zur Verfügung stehende Raum auf diese Weise am besten ausgenützt wird. Am oberen Rande des

Bleches wird ein etwa 10 cm langes, blankes Drahtstück von 1 mm Stärke angelötet. Um einen späteren Zerfall des Zinkzylinders in der Nähe der Lötstelle zu verhüten, wird er an der betreffenden Stelle mit Metallack bestrichen, nachdem die von der Lötung herrührenden Säurereste durch Salmiakgeist neutralisiert worden sind.

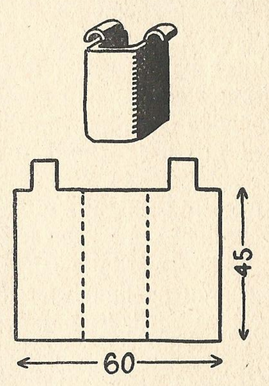


Abb. 161. Die Zinkblech-elektrode.

Die Beschaffung der Kohlenelektroden wird uns nur wenig Mühe bereiten, denn wir können sie alten unbrauchbaren Taschenlampenbatterien entnehmen. Bekanntlich sind die Kohlenelektroden bei dem in den Elementen stattfindenden chemischen Prozeß keiner Veränderung oder Umsetzung unterworfen, so daß man sie jahrelang unverändert benützen kann. Die Elemente werden, nachdem die Papierumhüllung der Batterie vorsichtig entfernt wurde, mit einem scharfen Werkzeug geöffnet, die vertrockneten Rückstände des Elektrolyts werden abgeschabt und der Kohlenkern, der von einem Braunsteinbeutel umgeben ist, wird freigelegt. Unter Umständen wird es sich als nötig erweisen, die Leinenumhüllung des Braun-

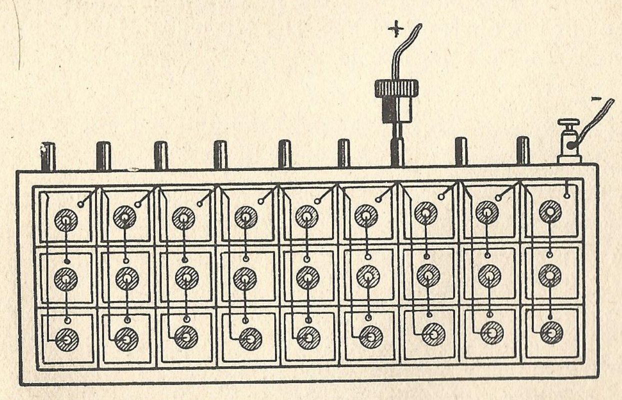


Abb. 162. Die in einem Holzkasten eingebaute Batterie von oben gesehen; an der Rückseite die Anschlußbuchsen und der Wanderstecker.

steinbeutels abzureißen, da sich daran meist verhärtete, in Wasser unlösliche Rückstände niedergeschlagen haben, die die Kohlenelektrode in ihrer Wirksamkeit behindern. Der harte Braunstein-

mantel, der die Aufgabe besitzt, die Polarisation zu unterdrücken, muß natürlich erhalten bleiben.

Bei der Zusammensetzung der Batterie verfährt man in der Weise, daß man zuerst die Zinkelektroden an den seitlichen Nasen in die Pappbehälter hängt. Sodann werden die Kohlen eingesetzt und durch paraffinierte, mit Isolierlack bestrichene Kartonscheiben so festgeklemmt, daß eine Berührung mit den Zinkelektroden nicht möglich ist. Sind sämtliche Elemente zusammengebaut, so können wir mit dem Einfüllen des Elektrolyts, der aus einer Lösung von Salmiaksalz in Wasser besteht, beginnen. Zur Herstellung der Lösung sind im ganzen 240 g Salmiaksalz erforderlich. Das Einfüllen geschieht am besten unter Verwendung eines kleinen Trichters.

Zuletzt wird die ganze Batterie nach Abb. 162 in einem Holzkasten zusammengebaut. Der Kasten, der aus paraffiniertem Hartholz hergestellt wird, ist auf der Vorderseite mit neun Steckbuchsen versehen, an die die Batterie in Gruppen zu je drei Elementen angeschlossen wird. Auf diese Weise ist es möglich, mit einem Wanderstecker die Spannung von 4½ Volt zu 4½ Volt zu verändern. Die in den Batteriekasten gesetzten Elemente werden sämtlich hintereinandergeschaltet, d. h. der Zinkpol des einen Elements wird mit dem Kohlepol des nächsten Elements verbunden. Zu diesem Zwecke werden die an die Zinkelektroden gelöteten Kupferdrähte mit den Metallkappen der Kohlestifte verlötet. Sämtliche äußeren Metallteile werden mit Eisenlack gestrichen. Der Kasten wird mit einem leicht abnehmbaren Deckel verschlossen.

2. Der Bau eines Hochspannungsakkumulators zur Verwendung als Anodenbatterie.

Der Radioamateur, besonders der Anfänger, ist sehr leicht geneigt, unangenehme Nebengeräusche beim Empfang ausschließlich auf das Konto „Luftstörungen“ zu schreiben, während in Wirklichkeit der Fehler häufig an anderer Stelle gesucht werden muß, vor allem, wenn diese „Luftstörungen“ auch bei bestem Radiowetter auftreten, bei Nacht und im Winter bei Schneefällen, wo im allgemeinen die Luft sehr rein von atmosphärischen Störungen ist. In solchen Fällen liegt der Fehler gewöhnlich an der Verwendung einer älteren aus Trockenelementen bestehenden Anodenbatterie, deren innerer Widerstand zu hoch ist und infolge des Austrocknens der Elemente im Laufe der Zeit schnell zunimmt. Vermieden wird dieser Übelstand, wenn man als Anodenbatterie entweder die vorstehend beschriebene Naßbatterie oder einen Hochspannungssammler benützt. Auch dessen

Selbstherstellung ist nur mit geringen Kosten verbunden. Die nachfolgende Beschreibung wird das ohne weiteres zeigen.

Wir gehen von der Annahme aus, daß die erforderliche Anodenspannung unserer Röhren 40 Volt betrage. Für jede Sammlerzelle kann man 2 Volt rechnen, so daß wir insgesamt 20 Zellen benötigen.

Wir beschaffen uns 20 Reagenzgläser von $2\frac{1}{2}$ cm Weite und 12 cm Länge, außerdem Werkblei von 2 mm Stärke. Wir zerschneiden das

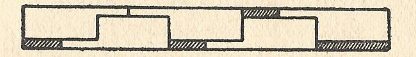


Abb. 163. Wie die Bleistreifen zu Platten zerschnitten werden.

Bleiblech in 2,3 cm breite Streifen und können dann ohne großen Materialverlust nach Abb. 163 die einzelnen Platten ausschneiden, insgesamt 40 Stück. Die schmalen Ansatzstreifen, die sogenannten Fahnen, dienen zum Anschluß.

Sämtliche Bleiplatten müssen in folgender Weise bearbeitet werden: Wir legen eine Platte auf eine harte Unterlage, nehmen ein Lineal zur Hand und reißen mit einem spitzen Nagel scharfe, tiefe Rillen in die Oberfläche der Platte. Der Abstand der Rillen soll sehr gering sein. Ist die Oberfläche in der einen Richtung vollständig aufgerissen, so verfahren wir in gleicher Weise in der andern Richtung, so daß die fertige Platte das Aussehen einer rauhen Feile bekommt (vgl. Abb. 164). Auf diese Weise wird die wirksame Oberfläche der Platten stark vergrößert.

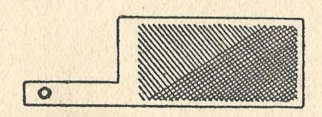


Abb. 164. Das Aufrauhen der Plattenoberfläche.

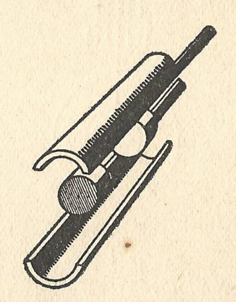


Abb. 165. Das Zusammensetzen der Platten und der Holzpflöckchen.

Ist dies geschehen, so müssen wir den Platten die aus Abb. 165 ersichtliche Gestalt geben. Zu diesem Zwecke werden sie auf ein Rundholz von 2 cm Durchmesser gelegt und unter Verwendung eines Holzhammers oder durch bloßes Drücken mit der Hand daran angepreßt.

Hierauf zerschneiden wir einen Holzstab von 40 cm Länge und 2 cm Durchmesser in 40 gleiche Stücke von je 1 cm Länge, die wir in

einen Behälter mit flüssigem Paraffin werfen und unter beständigem Umrühren tüchtig auskochen. Zerspringt dabei das eine oder andere Stück infolge der Hitze oder wird es rissig, so muß es durch ein neues ersetzt werden. Sind sämtliche Luftblasen aus dem Holze entwichen, so nehmen wir den Topf vom Feuer, fischen die Holzstücke mit einem Schaumlöffel heraus und trocknen sie auf einem Blatt Papier.

Nun müssen 20 Gummiringe hergestellt werden, deren Durchmesser in ungespanntem Zustand 1 cm betragen soll. Wir schneiden

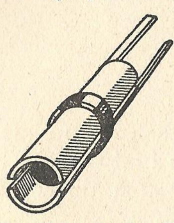


Abb. 166. Zum Einbau fertiger Plattensatz, bestehend aus zwei halbrunden Platten, die durch zwei Holzpflöcke voneinander getrennt sind und durch den Gummiring zusammengehalten werden.

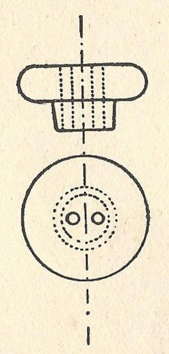


Abb. 167. Verschlußkappe.

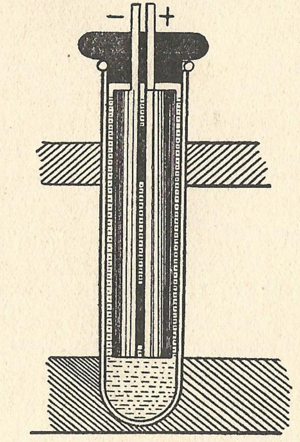


Abb. 168. Gebrauchsfertige Einzelzelle in ihrem Gestell.

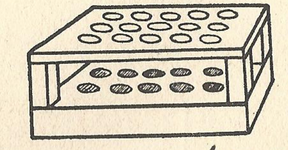


Abb. 169. Holzgestell zum Einsetzen der Zellen.

aus einer alten Fußballblase oder einem beschädigten Fahrradschlauch 1 cm breite Streifen von 3½ cm Länge aus und verkleben sie in der bekannten Weise mit Gummilösung, so daß die beiden Enden ½ cm übereinandergreifen.

Sodann nehmen wir zwei Bleiplatten und zwei paraffinierte Holzpflöckchen, setzen diese Stücke in der aus Abb. 165 ersichtlichen Weise zusammen und schlingen einen Gummiring um das ganze Paket, so daß der Plattensatz die in Abb. 166 dargestellte Gestalt erhält. Die Platten dürfen einander natürlich an keiner Stelle berühren.

Zuletzt müssen wir nach Abb. 167 eine Verschlußkappe anfertigen, die aus zwei Holzscheiben zusammengesetzt und ebenfalls gut paraffiniert wird. Die Fahnen der Platten werden mit der Flachzange etwas zusammengedrückt und durch die Bohrungen des Verschlusses gesteckt. Das Einbohren einer Öffnung, die ein Entweichen der Akkumulatorengase gestattet, erübrigt sich, weil die beiden Bohrungen genügende Verbindung nach außen herstellen. Hierauf werden die Platten in die Röhren gesetzt (Abb. 168), die man vorher mit verdünnter Schwefelsäure (Schwefelsäure:Wasser = 1:10) füllt. Schließlich wird nach Abb. 169 ein kleines Holzgestell zum Einsetzen der Zellen angefertigt.

Beim Aufladen des Akkumulators an der Starkstromleitung*) werden die Zellen in Gruppen geschaltet, so daß die Gesamtendspannung 6—8 Volt erreicht. Am besten wird man 1—2 Kohlenfadenlampen vorschalten. Macht sich nach einiger Zeit starke Gasent-

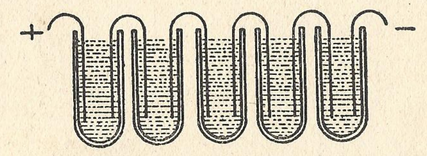


Abb. 170. Schaltungsschema der Hochspannungsbatterie: alle Zellen werden hintereinandergeschaltet.

wicklung im Akkumulator bemerkbar, so wird abgeschaltet und der Akkumulator unter Einschaltung eines Widerstandes von 30 Ohm kurzgeschlossen. Schon nach kurzer Zeit wird der Akkumulator entladen sein. Nun wird wieder aufgeladen, jedoch werden diesmal die Zuleitungsdrähte vertauscht, so daß die Platten, die das erstemal positiv aufgeladen wurden, jetzt negativ werden. Tritt übermäßig starke Gasentwicklung oder Erhitzung der Gefäße ein, so wird die Ladung abgebrochen und wieder in der schon angegebenen Weise entladen. Dieses wechselnde Laden und Entladen — das sog. „Formieren" des Akkumulators — muß man unter fortwährendem Vertauschen der Zuführungsdrähte beim Laden ein paar dutzendmal wiederholen, wenn man eine genügende Kapazität des Akkumulators erreichen will. Das ist nicht gerade angenehm, aber es muß sein.

Ist der Akkumulator genügend formiert, so werden sämtliche Zellen nach Abb. 170 hintereinandergeschaltet; eine solche Stromquelle wird uns als Anodenbatterie vorzügliche Dienste leisten!

---

*) Bei Wechselstrom ist das Vorschalten eines Gleichrichters erforderlich, dessen Selbstanfertigung und Gebrauch auf S. 119 ff. erläutert wird.

3. Ein praktischer Tragkasten für die Heizbatterie.

Der Tragkasten der Heizbatterie muß so beschaffen sein, daß er drei Akkumulatorenzellen genügend Platz bietet, ohne daß überflüssiger Spielraum vorhanden ist. Ehe wir mit der Herstellung beginnen, müssen also die genauen Maße der zur Verfügung stehenden Zellen abgenommen werden. Um ein leichtes Einsetzen der Zellen zu ermöglichen, gibt man an beiden Seiten 5—10 mm zu, was später durch Einstecken schmaler Kartonstreifen wieder ausgeglichen wird.

Angefertigt wird der Kasten aus 12 mm starkem Hartholz. Die Einzelteile werden nach Abb. 171 aufgezeichnet und mit der Säge ausgeschnitten. Die beiden Längswände müssen zweiteilig angefertigt werden, so daß Aussparungen (Schauschlitze) entstehen, die

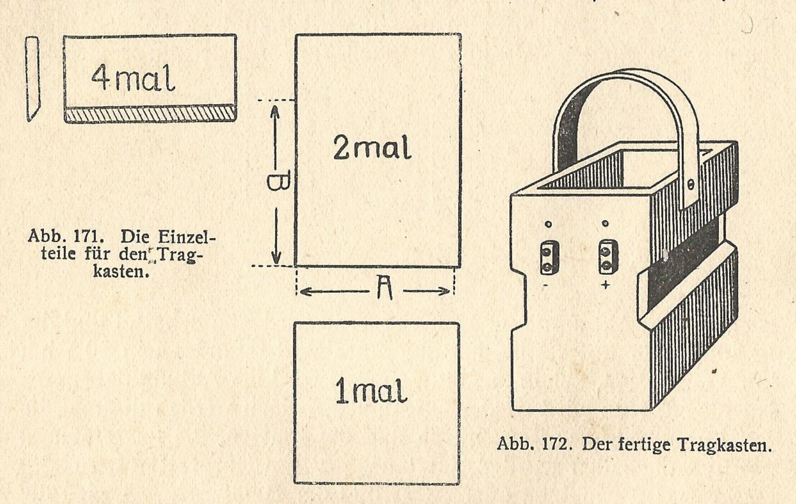


Abb. 171. Die Einzelteile für den Tragkasten.

Abb. 172. Der fertige Tragkasten.

die Platten von der Seite zu betrachten gestatten; etwaige Kurzschlüsse durch herabfallende Masse können auf diese Weise rechtzeitig bemerkt werden. Es empfiehlt sich, die Bretter vor dem Zusammenbau des Kastens zu beizen und sie mit einem säurefesten Anstrich von Asphaltlack oder heißem Paraffin zu versehen.

Wie die Einzelteile zusammenzubauen sind, zeigt Abb. 172. Der fertiggestellte Kasten wird mit einem kräftigen Tragriemen versehen, damit er leicht befördert werden kann. Auf der Außenseite des Kastens werden Apparateklemmen mit deutlichen Polbezeichnungen (+ und —) angebracht, um ein Verwechseln der Anschlußklemmen beim Laden der Batterie zu verhüten.

Die Außenklemmen sind mit den Klemmen der Batterie durch 2 mm starken blanken Kupferdraht zu verbinden; die beiden Drähte werden zum Schutze gegen die aufsteigenden Schwefelsäuredämpfe mit Eisenlack bestrichen. Der Anstrich wird des öfteren kontrolliert.

4. Die Herstellung eines Pendelgleichrichters.

Zum Gleichrichten von Wechselströmen, die zum Laden von Sammlerbatterien dienen sollen, stehen uns drei Vorrichtungen zur Verfügung: der Pendelgleichrichter, die Glimmlampe und der Elektrolytgleichrichter. Glimmlampen lassen sich nicht selbst herstellen; wer von diesem Verfahren Gebrauch machen will, muß sich die nötigen Lampen kaufen. Einen Pendelgleichrichter kann man dagegen leicht selbst anfertigen; ebenso macht die Zusammenstellung eines elektrolytischen Gleichrichters keine Mühe. Wir wollen hier zunächst den Bau eines Pendelgleichrichters besprechen, der vor dem Elektrolytgleichrichter den Vorzug größerer Sauberkeit hat, weil er als mechanischer Apparat keine Flüssigkeit enthält.

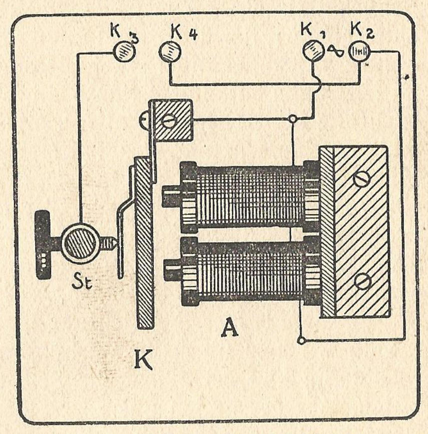


Abb. 173. Einfacher Pendelgleichrichter.

Der in Abb. 173 dargestellte Pendelgleichrichter besteht aus einem Elektromagnetsystem *A*, dessen Wicklung einen Widerstand von rund 300 Ohm besitzt und unter Vorschaltung zweier Kohlenfadenlampen oder eines kleinen Transformators mit der Starkstromleitung verbunden wird. Von den Enden der Magnetwicklung sind zwei Leitungen abgezweigt. Die eine führt geradeswegs zu dem zu ladenden Akkumulator (Klemme K_4); die andere steht mit dem vor dem Magnetsystem schwebenden polarisierten Anker *K* in Verbindung, der im Ruhezustand die Kontaktschraube *St* berührt, von der eine weitere Leitung zum anderen Pol der Sammelbatterie (Klemme K_3) führt.

Wird der Wechselstrom eingeschaltet, so wird der Magnet *A* je nach der Wechselzahl des Stromes 40—50mal in der Sekunde ummagnetisiert, so daß der vor dem Magneten schwebende Anker, der ja selbst magnetisch ist, in dieser Zeit ebensooft abgestoßen und

angezogen wird. Dadurch gerät der Anker in heftige Schwingungen, und zwar entspricht die Schwingungszahl dank der direkten Steuerung durch den Wechselstrom genau dessen Wechselzahl. Infolge der Ankerschwingungen wird der zweite Stromkreis, der von den Enden der Magnetwicklung abzweigt und dessen Weg durch den Anker führt, periodisch unterbrochen. Die Folge ist, daß jeder zweite Wechsel des Stromes abgedrosselt wird, anders ausgedrückt, daß der Wechselstrom in zerhackten Gleichstrom umgeformt wird. Wir sehen, das Prinzip des Pendelgleichrichters ist sehr einfach: Ein Pendelgleichrichter ist nichts anderes als ein ganz gewöhnlicher Unterbrecher, der den Strom immer in dem Augenblick abschaltet, wenn z. B. ein negativer Wechsel von einem positiven abgelöst wird. Es tritt dann eine kurze Pause ein, bis der Strom wieder seine alte Richtung besitzt. In diesem Augenblick wird der Stromkreis abermals geschlossen, und das Spiel beginnt von neuem. Die ganzen Vorgänge wiederholen sich je nach der Frequenz des Wechselstroms 40—50mal in der Sekunde. Aus diesem Grunde nennt man den vom Pendelgleichrichter umgeformten Strom „zerhackten Gleichstrom", denn der Gleichrichter liefert ja keinen kontinuierlichen Strom, sondern besteht aus lauter einzelnen, rasch aufeinanderfolgenden Stromstößen, die alle dieselbe Richtung besitzen.

Sind wir uns über die Wirkungsweise des Pendelgleichrichters vollständig klar, so macht die Selbstherstellung wenig Schwierigkeiten. Wir beschaffen uns zuerst den zur Bewicklung der beiden Magnetspulen erforderlichen Kupferdraht. Im ganzen sind 135 m doppelt mit Seide umsponnener Draht von 0,1 mm Stärke erforderlich, der mit der in Abb. 136 gezeigten Spulmaschine auf zwei kleine Holzspulen gewickelt wird, die wir auf folgende Weise selbst herstellen. Wir umwickeln einen 8 mm starken Bleistift mit 70 mm breiten Streifen von festem Schreibpapier und streichen beim Wickeln beständig heißen Fischleim zwischen die Papierschichten, so daß eine 70 mm lange Papröhre entsteht, die eine Wandstärke von 1 mm besitzt. Wir lassen die Röhre auf dem Bleistift etwa 24 Stunden lang trocknen, streifen sie dann ab und schneiden sie mit einem scharfen Messer oder einer Laubsäge in der Mitte durch. Auf diese Weise erhalten wir zwei Röllchen von 35 mm Länge und 10 mm Außendurchmesser. Auf die beiden Enden jedes Röllchens werden nach Abb. 174 Endscheiben von 22 mm Durchmesser aufgesetzt, die wir aus schwachem Zigarrenkistenholz ausgesägt haben.

So entstehen zwei Spulen, die mit dem oben erwähnten Kupferdraht bewickelt werden müssen. Dabei ist auf gute Isolation der einzelnen Windungen und Lagen untereinander ganz besonders zu

achten, denn die Magnetwicklung wird ja später unter Vorschaltung zweier Kohlenfadenlampen in den Starkstromkreis eingeschaltet. Wir umhüllen aus diesem Grunde jede fertiggestellte Drahtlage mit einem Blatt paraffinierten Schreibpapiers und lassen außerdem den Draht beim Wickeln der Spulen durch flüssiges Paraffin laufen. Die Windungsrichtung des Drahtes ist vorerst gleichgültig; sie muß nur

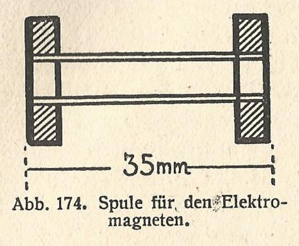


Abb. 174. Spule für den Elektromagneten.

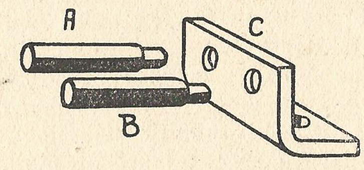


Abb. 175. Das Joch C und die Kerne A und B des Elektromagneten.

auf der Außenseite einer Endscheibe angezeichnet werden, so daß später die Spulen in der Weise auf die Magnetkerne aufgesetzt werden können, daß der Strom den einen Schenkel rechtsläufig (d. h. in in der Richtung des Uhrzeigers), den andern linksläufig umkreist.

Die Einzelteile des Magneten sind in Abb. 175 dargestellt. Die beiden Magnetkerne *A* und *B* werden samt dem Joch *C* aus weichem ausgeglühten Schmiedeeisen hergestellt.

Wir beschaffen uns 8 mm starken Eisendraht, der im Schmiedefeuer auf Weißglut erhitzt und in der heißen Asche langsam ab-

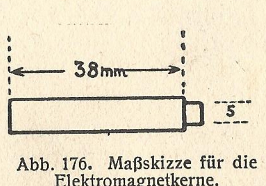


Abb. 176. Maßskizze für die Elektromagnetkerne.

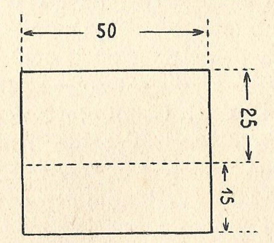


Abb. 177. Maßskizze für das Magnetjoch.

gekühlt wird. Hierauf werden mit einer Metallaubsäge zwei 42 mm lange Stücke abgeschnitten, die man sauber befeilt und in der aus Abb. 176 ersichtlichen Weise mit Endzapfen von 5 mm Stärke und 4 mm Länge versieht.

Das Magnetjoch besteht aus 4 mm starkem ausgeglühten Eisenblech. Es wird nach den in der Abb. 177 gegebenen Maßen hergestellt und im Schraubstock rechtwinklig umgebogen, so daß

es später auf der Grundplatte befestigt werden kann. Die Ecken und Kanten werden mit der Feile sauber abgerundet; darauf werden die beiden Magnetkerne in die 5 mm weiten Bohrungen *A* und *B* genietet.

Der Magnetanker muß aus feinem Werkzeugstahl erstellt werden. Er ist 40 mm lang, 10 mm breit und 3 mm stark. Auf beiden Seiten sind schwache Neusilberfedern angelötet; die eine dient zur federnden Aufhängung des Ankers, während die andere den Kontakt mit der Stellschraube *St* vermittelt (vgl. Abb. 178). Am äußeren Ende der Kontaktfeder sitzt eine kleine Platinniete, die beim Betrieb an den gegenüberliegenden Platinstift der Kontaktschraube *St* schlägt und so die Stromunterbrechungen und Stromschlüsse herstellt.

Ist der Anker soweit fertiggestellt, so muß er magnetisiert werden. Zu diesem Zwecke bringen wir ihn in eine dickdrähtige Drahtspule, in der ein 5—10 Ampere starker Gleichstrom kreist. Um ein übermäßiges Erhitzen der Spule zu vermeiden, wird der Strom von Zeit zu Zeit ausgeschaltet, damit der Draht sich wieder abkühlen kann. Wie stark der Magnet sein soll, läßt sich schwer sagen; auf alle Fälle muß der Anker nach dem Magnetisieren imstande sein, ein Mehrfaches seines Eigengewichts zu tragen.

Den Zusammenbau des Apparats beginnen wir damit, daß wir den Elektromagneten *A*, auf dessen Eisenkerne die Drahtspulen in der oben geschilderten Weise aufgeschoben werden, an der senkrecht stehenden Wand des aus Hartholz gefertigten Gestells festschrauben.

Der polarisierte Anker *B* wird vor den Magnetschenkeln in solcher Entfernung aufgehängt, daß der Ankermagnetismus nicht mehr ausreicht, den Anker nach dem Eisenkern hinüberzuziehen. Die Stellschraube *St*, die wir einer alten elektrischen Klingel entnehmen, wird so mit dem Grundbrett verschraubt, daß ihre Platinspitze das Platinplättchen der am Anker befestigten Neusilberfeder leicht berührt.

Die Drahtverbindungen der einzelnen Apparateteile werden nach Abb. 179 ausgeführt. Die beiden Enden der Magnetwicklung sind an die Klemmen K_1 und K_2 anzuschließen, von denen ein Draht nach der Klemme K_4 und nach dem Anker führt. Die Klemme K_3 wird mit der Stellschraube *St* verbunden.

Um ein Verstauben des Apparats zu verhindern, wird er nach Abb. 180 in ein Gehäuse gesetzt, das auf der Vorderseite mit einem Glasfensterchen versehen ist, so daß das richtige Arbeiten kontrolliert werden kann. Das Gehäuse wird aus starkem Laubsägeholz hergestellt, sauber gebeizt und poliert, damit der Apparat auch äußerlich ein hübsches Aussehen bekommt.

Beim Betrieb wird der Gleichrichter unter Vorschaltung zweier 16kerzigen Kohlenfadenlampen oder eines kleinen käuflichen Transformators, der im Betrieb bedeutend billiger ist*), mit den Klemmen K_1 und K_2 an das Wechselstromnetz angeschlossen. Ein Teil des Stromes fließt dann dauernd durch die Magnetwicklung und steuert den vor dem Magnetsystem schwebenden Anker. Der andere Stromteil wird infolge der Ankerschwingungen in pulsierenden Gleichstrom zerhackt.

Beim Ausprobieren des Gleichrichters kann es vorkommen, daß der Anker nicht gleichmäßig schwingt, sondern sogenannte „Schwebungen“ ausführt. Dies ist ein Zeichen, daß die Eigenschwingung

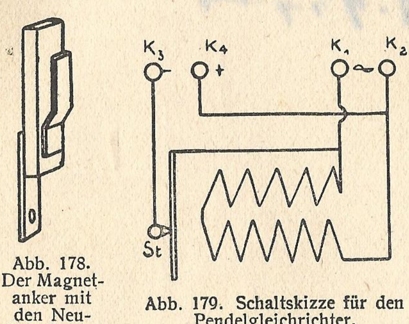


Abb. 178. Der Magnetanker mit den Neusilberfedern.

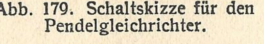


Abb. 179. Schaltskizze für den Pendelgleichrichter.

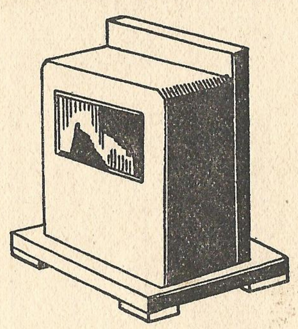


Abb. 180. Das Gehäuse für den Pendelgleichrichter.

des Ankers mit der Wechselzahl des Stromes nicht übereinstimmt. Die Masse des Ankers muß dann verringert werden, was am besten durch Abschleifen an einer Schmirgelscheibe geschieht.

Um ein funkenloses Arbeiten des Gleichrichters zu erzielen, ist der Zeitpunkt der Unterbrechung durch Verdrehen der Stellschraube so zu wählen, daß die Gegenspannung des Akkumulators und die Stromspannung genau übereinstimmen. An der Unterbrechungsstelle herrscht dann kein Spannungsunterschied; damit ist das Auftreten von Öffnungsfunken ausgeschlossen.

5. Ein elektrolytischer Gleichrichter.

Der elektrolytische Gleichrichter erfreut sich bei den Bastlern infolge seiner außerordentlichen Einfachheit und Billigkeit allgemeiner Beliebtheit, denn er läßt sich mit ganz geringem Kostenaufwand

---

*) Wer einen solchen Transformator selbst bauen will, findet eine zuverlässige Anleitung in dem Abschnitt „Ladetransformatoren“ auf S. 98ff.

innerhalb kürzester Zeit selbst herstellen. Die grundsätzlichen Fehler, die ihm anhaften, fallen bei sachgemäßer Behandlung nicht sehr ins Gewicht, so daß man sie schon mit in Kauf nehmen kann.

Die Wirkungsweise des Elektrolytgleichrichters beruht darauf, daß eine in Natriumphosphatlösung tauchende Aluminiumplatte, der eine Eisenplatte gegenübersteht, die Eigenschaft besitzt, den elektrischen Strom nur in einer Richtung hindurchzulassen, dann, wenn die Aluminiumplatte für den Strom die Anode, also die Eintrittsstelle, bildet. Bildet sie statt dessen die Kathode, d. h. die Austritts-

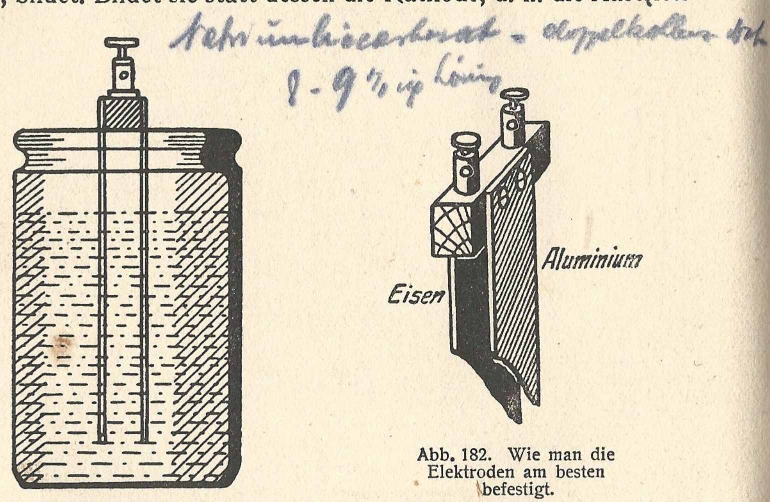


Abb. 181. Gleichrichterzelle.

Abb. 182. Wie man die Elektroden am besten befestigt.

stelle, so oxydiert ihre Oberfläche infolge des an der Kathode auftretenden Sauerstoffs außerordentlich rasch, und die Platte überzieht sich mit einer dünnen, nicht leitenden Aluminiumoxydschicht, die dem Strom den Durchgang verwehrt. Diese Schicht verschwindet aber gleich wieder, wenn der Strom seine Richtung ändert, so daß die Aluminiumplatte neuerdings zur Anode wird. Schließt man eine solche Zelle an Wechselstrom an, so folgt aus der beschriebenen Wirkungsweise, daß jeder zweite Wechsel des Wechselstroms abgeschnitten und der Strom in pulsierenden Gleichstrom zerhackt wird, den man zum Laden von Sammlerbatterien benützen kann.

Um die Gleichrichterzelle mit Stromstärken bis zu 2 Ampere belasten zu können, geben wir der Aluminiumplatte eine Größe von 60×100 mm. Das Aluminium soll möglichst rein sein und keinerlei

Beimengungen enthalten, weil es sonst sehr rasch zerfällt. Die Dicke der Platte sei 2 mm. Die Eisenelektrode besteht aus einem gleich großen Stück Eisenblech von ebenfalls 2 mm Stärke.

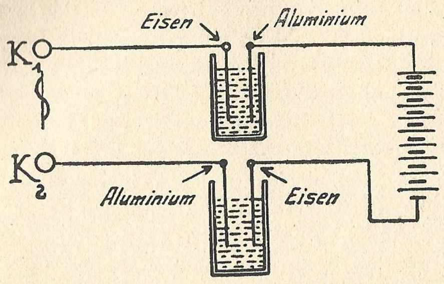


Abb. 183. Ladeschaltung mit zwei Gleichrichterzellen.

Beide Elektroden werden nach Abb. 181 in ein genügend großes Glasgefäß eingehängt. Zu diesem Zwecke werden sie am oberen Rande mit Bohrungen versehen, damit sie in der aus Abb. 182 ersichtlichen Weise an eine paraffinierte Hartholzleiste geschraubt

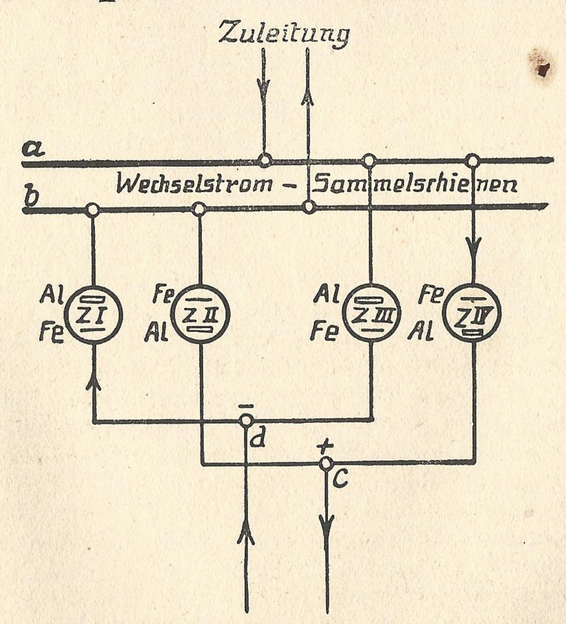


Abb. 184. Graetzsche Vierzellenschaltung zur Umformung von Wechselstrom in Gleichstrom mittels elektrolytischer Gleichrichter.

werden können, die quer über das mit Natriumphosphatlösung (50 g auf 1 Liter Wasser) gefüllte Element- oder Einmachglas gelegt wird.

Abb. 183 zeigt das Schaltbild einer kleinen elektrolytischen Gleichrichteranlage, die zwei der beschriebenen Zellen verwendet. Die Eisenplatte des einen Gleichrichters ist mit dem negativen Pol der zu ladenden Sammlerbatterie verbunden, während deren positiver Pol mit der Aluminiumplatte des zweiten Gleichrichters in Verbindung steht. An die Klemmen K_1 und K_2 wird das Wechselstromnetz über einen Ladetransformator angeschlossen. Zweckmäßiger ist es, statt dieser Zweizellenschaltung die Graetzsche Vierzellenschaltung zu benützen, die wir in Abb. 184 sehen. Der Vorteil dieser Schaltung liegt darin, daß beide Hälften des Wechselstroms gleichgerichtet werden, während die Schaltung nach Abb. 183 die eine Wellenhälfte unterdrückt. Durch die Schaltung nach Abb. 184 wird also der Wechselstrom vollkommen ausgenützt, während im andern Fall die Hälfte des Stromes verloren geht.

In Abb. 184 sind die vier Ventilzellen mit *Z I*, *Z II*, *Z III* und *Z IV* bezeichnet. In jeder Zelle bedeutet *Al* die Aluminiumelektrode, *Fe* die Eisenelektrode, die übrigens auch durch eine Kohlen- oder Bleiplatte ersetzt werden kann. Die Wechselstromleitung ist zur bequemen Herstellung der Abzweigungen an zwei Sammelschienen *a* und *b* (blanke Kupfer- oder Messingdrähte) gelegt, von denen die Zuführungen zu den Zellen abzweigen. Die freibleibenden Elektroden sind mit den Klemmen *d* und *c* verbunden, an denen der Gleichstrom abgenommen wird. Die Schaltung arbeitet folgendermaßen: Diejenigen Wellenhälften des Wechselstroms, für die *a* die positive Sammelschiene ist, können durch Zelle *Z IV* glatt hindurchgehen, weil darin die Aluminiumplatte Kathode ist. Durch die Zelle *Z III* dagegen führt kein Weg, denn der Übergangswiderstand der hier die Anode bildenden Aluminiumplatte macht die Zelle unpassierbar. Nach dem Passieren von *Z IV* gelangt der Strom bei Klemme *c* in die positive Gleichstromleitung, denn die Verbindung zur Zelle *Z II*, die zur Wechselstrom-Sammelschiene *b* führt, kann er nicht benützen, weil er sofort wieder auf eine Aluminium-Anode mit ihrem hohen Übergangswiderstand stößt. Er muß also erst die Gleichstromleitung durchfließen, die ihn zurück zur Klemme *d* führt. Von hier geht er durch die Ventilzelle *I* zur Wechselstromschiene *b*. Genau gleich ergeht es der anderen Wellenhälfte, die an der Schiene *b* eingetreten ist. Sie kann nur durch die Zelle *Z II* und weiter zur Gleichstromklemme *c* gehen, denn der Weg durch *Z I* und der Rückweg durch *Z IV* wird ihr durch die in beiden Zellen die Anoden bildenden Aluminiumplatten mit ihrem hohen Über-

gangswiderstand versperrt. Hat sie die Gleichstromleitung durchflossen, so tritt sie an der Klemme *d* wieder aus und geht durch die Zelle *Z III* zur Sammelschiene *a*. Die Gesamtheit dieser Vorgänge liefert in der Gleichstromleitung einen kontinuierlich fließenden pulsierenden Gleichstrom, der außer zum Laden der Heizbatterie auch zum Experimentieren gut verwendbar ist.

Beim Betrieb der elektrolytischen Gleichrichter ist folgendes zu beachten: Man verwendet die Gleichrichter am besten in Verbindung mit einem Ladetransformator, (s. S. 98 ff.) auf dessen Niederspannungsseite die Zellen angeschlossen werden; ein unmittelbarer Anschluß an eine Starkstromleitung ist zwar möglich, empfiehlt sich aber schon aus wirtschaftlichen Gründen nicht. Eine einzelne Zelle vermag nämlich auf die Dauer nicht mehr als etwa 35 Volt abzusperren, weil beim Durchgang des Stromes eine langsame Zersetzung des Elektrolyten erfolgt, wodurch sich die anfänglichen Verhältnisse schnell verändern. Da nun die aus Lichtnetzen zur Verfügung stehenden Wechselströme Spannungen von 110—220 Volt aufweisen, müßte man schon bei der nur eine Wellenhälfte verwertenden einfachsten Schaltung 3—6 Ventilzellen hintereinanderschalten, um die Gleichrichterwirkung zu erreichen, während für die Graetzsche Schaltung die vierfache Zellenzahl (also 12—24 Zellen) nötig ist, da ja jede Zellengruppe die volle Spannung abdrosseln muß. Überdies sind mit einer derartigen unmittelbaren Gleichrichtung alle Gefahren verbunden, die das Arbeiten mit Starkstrom mit sich bringt, so daß sich auch aus diesem Grunde das Einschalten eines Ladetransformators empfiehlt. Da in diesem Falle wohl selten mit einer höheren Sekundärspannung als 20—30 Volt gearbeitet wird, kommt man bei der Graetzschen Schaltung mit vier Zellen aus.

Die Gefäße — am besten Akkumulatorengläser — wählen wir recht groß, weil sich die Zellen im Betrieb erhitzen. Je größer die Flüssigkeitsmenge ist, desto länger dauert es, bis diese Erhitzung eine schädliche Höhe erreicht. Die Grenze liegt bei 50° C; ist diese Temperatur erreicht, so ist der Strom abzuschalten, wenn man die Zellen nicht durch Einstellen in einen Bottich mit fließendem Wasser kühlen kann.

Hat man die Zellen frisch angesetzt, so weisen sie zunächst die Ventilwirkung noch nicht auf; sie zeigt sich erst, wenn die anfänglich blanken Aluminiumplatten die den hohen Übergangswiderstand erzeugende Oxydschicht gebildet haben. Vielfach wird empfohlen, die Bildung der Oxydschicht dadurch zu beschleunigen, daß man die Zellen vor der Ingebrauchnahme mit einer kräftigen Gleichstromquelle (etwa der Heizbatterie!) verbindet, und zwar so, daß die Alu-

miniumplatten die Anoden bilden. In den Stromkreis wird dabei als Stromanzeiger eine Klingel oder eine Glühlampe gelegt. Anfangs läutet die Klingel stark bzw. brennt die Lampe hell. Schon nach wenigen Minuten aber wird die Wirkung geringer, und schließlich hört sie vollständig auf, ein Zeichen, daß die Oxydschicht sich gebildet hat und der Stromkreis dank ihres hohen Übergangswiderstandes unterbrochen ist*).

Unbedingt nötig ist eine solche Formierung mit Gleichstrom indessen nicht, da die schützende Oxydschicht sich auch beim unmittelbaren Anlegen des Wechselstroms bildet, nur etwas langsamer. Zu beachten ist noch, daß die Ventilwirkung sich verliert, wenn die Zellen längere Zeit unbenützt stehen. Nach einer solchen Pause müssen die Aluminiumplatten also stets erst von neuem formiert werden, ehe man Gleichstrom entnehmen kann. Die Wartung der Zellen besteht hauptsächlich darin, daß man die sich allmählich zersetzende Lösung von Zeit zu Zeit durch frische ersetzt. Dabei werden zugleich die Platten und die Gläser von etwa anhaftenden Kristallen gesäubert. Bei unsachgemäßer Behandlung des Gleichrichters (Verunreinigung des Elektrolyten, ungenügende Füllung, andauernde Überlastung durch zu starke Ströme usw.) kann es vorkommen, daß die Aluminiumelektroden angegriffen oder gar zerstört werden. Solche Elektroden sind möglichst schnell auszuwechseln.

Wichtig ist noch, daß man während des Ladevorgangs für guten Abzug der sich sowohl im Gleichrichter als auch in der Heizbatterie entwickelnden Gase sorgt, da sich durch die Mischung mit der Luft des Raumes in der Nähe der Zellen Knallgas bildet, das sehr explosibel ist. Eine Explosionsgefahr besteht indessen nur, wenn man sich den arbeitenden Gleichrichterzellen oder der ladenden Heizbatterie mit einer offenen Flamme nähert. Benützt man, wenn man künstliche Beleuchtung braucht, als Lichtquelle eine elektrische Lampe, so hat man keinerlei Explosionsgefahren zu fürchten.

6. Eine Ladeschalttafel zum Anschluß an Gleichstrom.

Die in Abb. 185 dargestellte Ladeschalttafel besteht aus vier parallelgeschalteten 16kerzigen Kohlenfadenlampen, zwei Schmelzsicherungen und einem Amperemeter, das einen Meßbereich von 3 Ampere besitzt. Da die vier 16kerzigen Kohlenfadenlampen je etwa 0,5 Ampere durchlassen, kann die Ladeschalttafel zur Lieferung

*) Dieser Versuch ist zugleich ein schöner Beweis dafür, daß die Ventilwirkung tatsächlich besteht.

eines Stromes von höchstens 2 Ampere benützt werden. Durch Abschalten der einzelnen Lampen, was durch einfaches Zurückdrehen in der Fassung geschieht, verringert sich die Ladestromstärke um je 0,5 Ampere, so daß also bei Vorschaltung einer einzigen Lampe nur noch etwa 0,5 Ampere entnommen werden können.

Da dem Radioamateur zur Ladung seiner Akkumulatoren meist reichlich Zeit zur Verfügung steht, wird er im allgemeinen mit geringer Ladestromstärke aufladen, schon deshalb, weil dadurch die Lebensdauer und Leistungsfähigkeit der Akkumulatorenbatterie günstig beeinflußt wird. Nur wenn die Ladung in kurzer Zeit vorgenommen werden soll oder wenn größere Heizbatterien aufzuladen sind, wird man sämtliche vier Lampen vorschalten. Auf keinen Fall darf jedoch die auf jeder Akkumulatorenzelle vermerkte Höchstladestromstärke überschritten werden; sonst sind die Platten einem sehr raschen Zerfall unterworfen und neigen in hohem Maße durch Krummwerden (Werfen) zur inneren Kurzschlußbildung, wodurch der Akkumulator in kurzer Zeit vollkommen zerstört wird.

Abb. 185. Einfache Ladeschalttafel zum Laden der Heizbatterie aus einem Gleichstromnetz; die gezeichneten Verbindungsleitungen werden am besten auf der Rückseite der Tafel angeordnet.

Zur Anfertigung der Ladeschalttafel benötigen wir ein 20 mm starkes, gut ausgetrocknetes riß- und astfreies Eichenholzbrett von 250 × 400 mm Größe, das wir mit dem Hobel sauber bearbeiten. Die Ecken und Kanten werden leicht abgerundet und verbrochen; sodann wird das Brett mit feinem Sandpapier abgeschliffen und mit Nußbaumbeize behandelt und poliert. Auf der Rückseite des Brettes werden in den vier Ecken kleine Porzellanfüßchen angeschraubt, so daß die Schalttafel später an der Wand isoliert aufgehängt oder auf dem Tische horizontal aufgestellt werden kann.

Weiter beschaffen wir uns zwei 6 Ampere-Schmelzsicherungen mit dazugehörigen Sockeln, die wir in der aus Abb. 185 ersichtlichen Weise am oberen Rande der Schalttafel befestigen. Außerdem benötigen wir vier 16kerzige Kohlenfadenlampen und vier Lampenfassungen, die in der Mitte des Brettes angeschraubt werden. Die

Drahtverbindungen der Lampenfassungen untereinander und mit den Sicherungssockeln werden nach Abb. 185 ausgeführt. Die Verbindungen werden aus gut isolierter Gummiaderleitung hergestellt und mit Hilfe kleiner, mit Fiberschutz versehener Krampen, wie sie beim Verlegen von Telephonhausleitungen gebräuchlich sind, auf der Rückseite der Schalttafel befestigt.

Das Amperemeter können wir nach den Angaben im XI. Kapitel selbst herstellen; wir können jedoch auch ein kleines Schalttafelinstrument um ein paar Mark kaufen. Das Instrument muß in den Hauptstromkreis, d. h. zwischen den einen Pol der letzten Vorschaltlampe und eine der beiden Stromabnahmeklemmen, gelegt werden, so daß dauernd der ganze Ladestrom das Amperemeter durchfließt.

Die zu ladende Akkumulatorenbatterie wird unter Beachtung der richtigen Polung (+ Pol mit + Pol) an die beiden unteren Stromabnahmeklemmen angeschlossen, während die Enden der Starkstromleitung an die oberen Klemmen gelegt werden.

7. Der Bau einer Gittervorspannungs-Batterie für Niederfrequenzverstärker.

Der Wirkungsgrad der Kathodenröhren bei Niederfrequenzverstärkern ist dann am besten, wenn dem Gitter durch eine kleine Hilfsbatterie eine negative Vorspannung aufgedrückt wird. Diese Vorspannung muß jedoch genau einreguliert werden können, denn eine zu hohe Vorspannung ist ebenso schädlich wie eine zu geringe.

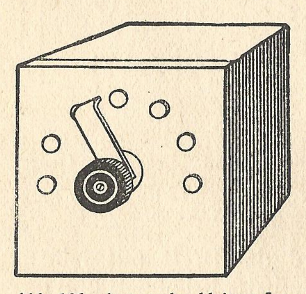


Abb. 186. Aus sechs kleinen Leclanché-Elementen oder fünf kleinen Sammlerzellen bestehende, in ein Kästchen eingebaute Gittervorspannungsbatterie mit Regulierschalter.

Mit der in Abb. 186 dargestellten Gittervorspannungs-Batterie kann eine Veränderung der Spannung in einfachster Weise bewirkt werden. Die Batterie besteht aus einem kleinen Holzkästchen, in dem sechs kleine hintereinandergeschaltete Leclanchéelemente oder fünf kleine Akkumulatorenzellen untergebracht sind, die eine Gesamtspannung von 9 bis 10 Volt ergeben. Durch Betätigung des auf der Außenseite des Kästchens angebrachten Kontaktarms kann die Spannung zwischen 0 und 9 bis 10 Volt von $1\frac{1}{2}$ zu $1\frac{1}{2}$ bezw. von 2 zu 2 Volt beliebig variiert werden.

Die kleinen Elemente können nach den auf den Seiten 111 f. und 114 ff. gegebenen Anleitungen selbst hergestellt werden. Man kann

aber auch zwei Taschenlampenbatterien verwenden, die auseinandergenommen und hintereinandergeschaltet werden. Bei Verwendung von Akkumulatoren- und Naßbatterien muß man sein besonderes Augenmerk darauf richten, daß keine Kurzschlüsse durch Ausfließen

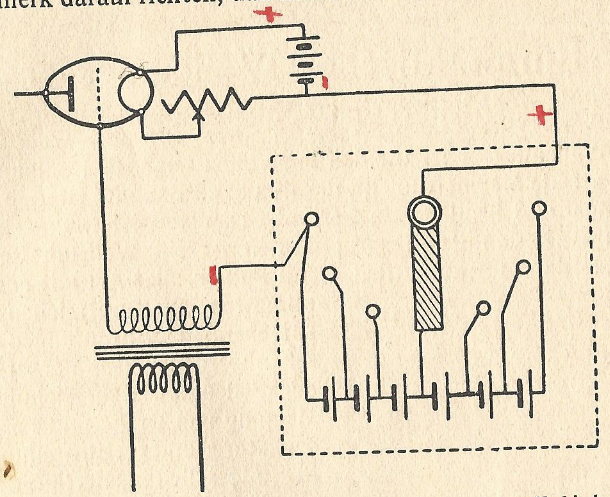


Abb. 187. Schaltbild der Gittervorspannungsbatterie und ihrer Verbindung mit einer Niederfrequenzverstärker-Röhre.

von Elektrolyt entstehen; im andern Fall treten kräftige Störgeräusche auf!

Die an der Vorderseite des Kästchens angebrachte Schaltplatte wird am besten aus Isoliermaterial hergestellt. Die auf der Rückseite der Schaltplatte hervorschauenden Enden der halbkreisförmig angeordneten Kontaktknöpfe werden nach Abb. 187 durch Verlötung mit den Einzelelementen verbunden.

ACHTES KAPITEL.

Ein praktischer Wellenmesser
(Meßbereich 300—9000 m).

Der Wellenmesser ist für den experimentierenden Radioamateur das wichtigste Meßinstrument, das ihm beim Bau und Betrieb seiner Empfangs- und Sendegeräte wertvolle Dienste leistet.

Beim Bau von Empfangsapparaten ist ein Wellenmesser insbesondere dann unentbehrlich, wenn Spulen aller Art mit ganz bestimmten Wellenbereichen entsprechenden Abzapfungen versehen werden sollen. Ferner kann der Wellenmesser zur Eichung und Messung von Dreh- und Festkondensatoren und zur Einstellung und Prüfung selbstangefertigter Kontaktdetektoren verwendet werden.

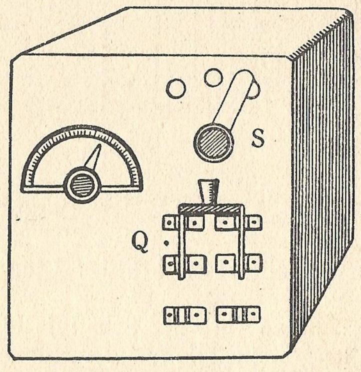


Abb. 188. In ein Gehäuse eingebauter Amateurwellenmesser.

Beim Betrieb des Empfangsgeräts dient der Wellenmesser in erster Linie zur Identifizierung unbekannter Sendestationen auf Grund der von allen Stationen bekannten Wellenlänge.

Der in Abb. 188 dargestellte Amateurwellenmesser ist dem Prinzip nach eine kleine Sendestation, bestehend aus einem Summer als wellenerzeugendem Apparat und einem abstimmbaren Resonanzkreis als strahlender Antenne. Da der Resonanzkreis eine außerordentlich geringe Dämpfung besitzt, kann er zur Ausstrahlung von Wellen ganz bestimmter Länge benützt werden. Durch Veränderung der elektrischen Verhältnisse des Resonanzkreises (Betätigung eines Variometers und geeignete Wahl von Blockkondensatoren) kann die Resonanzlage des Kreises und dadurch auch die ausgestrahlte Wellenlänge in den weitesten Grenzen nach oben und unten verschoben werden. Man braucht also nur den Wellenmesser ein- für allemal zu eichen, um jederzeit eine Welle von ganz bestimmter Länge aussenden zu können.

Damit sich die elektrischen Verhältnisse des Wellenmessers nicht im Laufe der Zeit durch Feuchtwerden der Variometerwicklung oder Vergrößerung des Abstandes der einzelnen nebeneinanderliegenden Drahtwindungen (was eine Veränderung der Selbstinduktion und Eigenkapazität des Variometers zur Folge hat) verschieben, müssen wir bei der Wicklung des Variometers und bei der Herstellung der Blockkondensatoren ganz besondere Sorgfalt walten lassen. Auch empfiehlt es sich, den Wellenmesser von Zeit zu Zeit nachzueichen und etwa eingetretene Veränderungen durch Korrektion der Skala oder Beseitigung der Ursache auszugleichen.

Die Eichung des Wellenmessers, die mit großer Genauigkeit vorgenommen werden muß, ist am Schlusse dieses Kapitels ausführlich erläutert. Die Eichung kann mit Hilfe eines geliehenen zweiten Wellenmessers oder auch auf Grund der bekannten Wellenlängen der Rundfunkstationen vorgenommen werden. Der Berliner Rundfunksender sendet neuerdings jeden Montag und Dienstag Abend zwischen 18.00 und 19.00 Normalwellen aus, die eine genaue Einstellung auf die Wellenlängen der deutschen Rundfunksender ermöglichen. Das „Eichprogramm“ sieht zurzeit folgende Verteilung vor:

Montags

Sendezeit	Wellenlänge	Welle des Rundfunksenders	Gesandt wird das
18.00—18.10	392 m	Hamburg	Morsezeichen a (·—)
18.15—18.25	407 m	Münster i/W.	„ b (—···)
18.30—18.40	415 m	Breslau	„ c (—·—·)
18.45—18.55	437 m	Stuttgart	„ d (—··)

Dienstags

Sendezeit	Wellenlänge	Welle des Rundfunksenders	Gesandt wird das
18.00—18.10	452 m	Leipzig	Morsezeichen f (··—·)
18.15—18.25	460 m	Königsberg i/Pr.	„ g (——·)
18.30—18.40	467 m	Frankfurt a/M.	„ h (····)
18.45—18.55	485 m	München	„ k (—·—)

Während der ersten fünf Minuten wird jeweils der angegebene Kennbuchstabe mit Tonmodulation, während der letzten fünf Minuten zur genauen Abstimmung mit Überlagerung ein Strichzeichen gesendet.

Auch von ausländischen Rundfunksendern werden zum Zwecke der Eichung selbstgefertigter Meßgeräte usw. gelegentlich Signale auf ganz bestimmten Wellenlängen gegeben. Trägt man die so erhaltenen Werte auf der Skala der zu eichenden Instrumente ein, so können die dazwischenliegenden Werte durch einfache Berechnung nachträglich leicht ergänzt werden.

1. Die Anfertigung des Variometers.

Der wichtigste Bestandteil unseres Wellenmessers ist das in Abb. 189 dargestellte Variometer, von dessen genauer und pünktlicher Ausführung das gute Arbeiten des Meßinstruments in erster Linie abhängt.

Wir schneiden aus gut getrocknetem Nußbaumholz vier Lättchen von 56 mm Breite und 6 mm Stärke, die wir an Hand der Abb. 189 und 190 zu einem rechteckigen Rahmen von der Größe 112 mm × 100 mm zusammenfügen. Der fertiggestellte Rahmen muß völlig stabil sein; er darf seine Größe oder Form weder durch Verziehen noch sonst

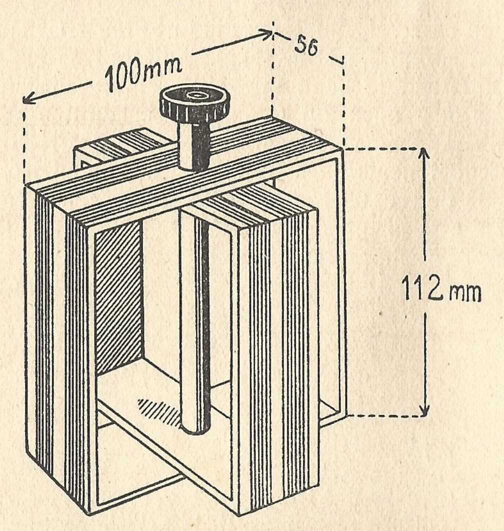


Abb. 189. Das Variometer des Wellenmessers.

irgendwie verändern, was man am besten durch schwalbenschwanzförmige Vernutung der Lättchen erreicht. Der fertige Rahmen wird mit Glaspapier sauber abgeschliffen und mit einem Isolierlack mehrmals lackiert. Der erste Anstrich muß vollkommen abgetrocknet sein, ehe man den nächsten aufträgt, weil andernfalls der Anstrich verschmiert.

In gleicher Weise wird der innere Rahmen hergestellt, der eine Breite von 40 mm und eine Kantenlänge von 82 × 75 mm besitzt.

Ist unsere Arbeit so weit gediehen, so beginnen wir mit dem Wickeln der Spulen. Der äußere Rahmen erhält 70 Windungen aus emailliertem Kupferdraht von 0,45 mm Stärke. Die Wicklung wird nach Abb. 189 in zwei gleich große Teile geteilt, so daß später in der Mitte

des Rahmens eine Bohrung von 10 mm Weite angebracht werden kann. Den Übergang von der einen zur andern Seite legt man nach Abb. 49 fest. Auf den kleinen Rahmen kommen 90 Windungen emaillierter Kupferdraht von 0,3 mm Stärke. Auch hier wird die Wicklung so aufgebracht, daß zwei Gruppen zu je 45 Windungen entstehen, zwischen denen ein Abstand von 13 mm verbleibt.

Damit sich der auf die Holzrahmen aufgewickelte Draht nicht verschiebt, werden die Drahtlagen mehrmals mit Isolierlack gestrichen. Auf diese Weise wird gleichzeitig verhindert, daß sich Feuchtigkeit, Staub usw. zwischen den Windungen festsetzen, wodurch die elektrischen Eigenschaften des Variometers verändert werden könnten. Ist der Lacküberzug trocken, so bilden die Drahtwindungen ein festes zusammenhängendes Band.

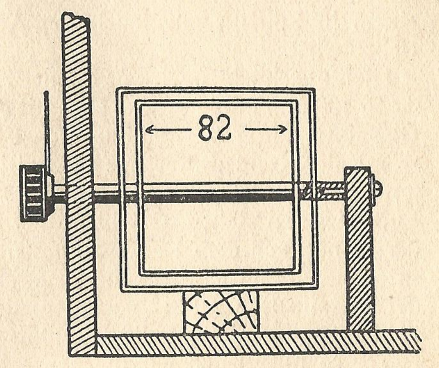


Abb. 190. Das in das Gehäuse des Wellenmessers eingebaute Variometer im Schnitt.

Nun werden die 100 mm langen Seiten des größeren Rahmens genau im Diagonalenschnittpunkt mit 10 mm weiten Bohrungen versehen, die später zur Lagerung der Holzachse dienen. Die Löcher werden am besten mit einem Zentrumsbohrer gebohrt und unter Verwendung feiner Holzraspeln und von etwas Glaspapier sauber nachgearbeitet und ausgeschliffen.

Als Achse dient ein Hartholzstäbchen von 150 mm Länge und 10 mm Durchmesser, das vollkommen rund sein muß und sich in den Bohrungen des äußeren Rahmens nur unter leichter Reibung drehen darf. Als Ersatz kann ein Bleistift oder ein Federhalter von der angegebenen Größe verwendet werden.

Auf die Achse ist der innere Rahmen aufzuspannen. Zu diesem Zwecke versehen wir die Schmalseite des Rahmens in der Mitte mit 9½ mm weiten Bohrungen, so daß die Achse gerade noch knapp eingeschlagen werden kann. Das Einschlagen der Achse muß mit der größten Sorgfalt geschehen, damit Beschädigungen des Lacküberzugs vermieden werden. Damit der innere Rahmen auf der Achse festhält, werden zu beiden Seiten feine Drahtstiftchen eingeschlagen, aber erst, nachdem der kleinere Rahmen gemäß den Abb. 189 und 190 in den größeren eingesetzt worden ist.

Um ein Verschieben der Achse nach vorn und hinten zu vermeiden, werden zu beiden Seiten der Lagerbohrungen des Außenrahmens kleine Drahtstifte in die Achse geschlagen, so daß sie ohne Spielraum unter mäßiger Lagerreibung gedreht werden kann.

2. Die Anfertigung der Blockkondensatoren.

Die drei in Abb. 192 mit *C*, *D* und *E* bezeichneten Blockkondensatoren werden auf folgende Weise hergestellt.

Zur Anfertigung des Kondensators *C* benötigen wir eine alte Photographenplatte von der Größe 9 × 12 cm, deren Gelatineschicht mit heißem Sodawasser abgewaschen und die sodann mit einem in Spiritus angefeuchteten Wollappen sorgfältig blank gerieben wird.

Hierauf schneiden wir aus dünner Zinn- oder Aluminiumfolie zwei 42 × 100 mm große Stücke aus, mit denen wir die beiden Seiten der Glasplatte unter Verwendung von Eiweiß als Klebestoff bekleben. Damit der Kondensator eine stets gleichbleibende Kapazität behält, ist beim Aufkleben der Metallbelege darauf zu achten, daß keine Luftblasen entstehen. Geschieht dies doch, so müssen sie sofort mit der Hand nach dem Rande zu gestrichen werden. Ist der Kondensator zu unserer Zufriedenheit ausgefallen, d. h. ist das Aufkleben der Metallbelege sauber gelungen, decken sich die beiden Belege vollkommen und zeigt die Glasplatte überall einen gleichmäßigen Rand, so überziehen wir die ganze Platte mehreremals mit dickflüssigem Isolierlack, nachdem zuvor die beiden Zuleitungslitzen mit den Belegungen in der bekannten Weise (s. S. 14) verklebt wurden.

Der Kondensator *D* wird aus 11 Glasplatten von der Größe 9 × 12 cm und 10 Stanniolscheiben von 110 mm Länge und 50 mm Breite nach der Anleitung auf Seite 15ff. hergestellt. Die Stanniolbelege sind unter Verwendung von Eiweiß auf den Platten so zu befestigen, daß die wirksame Fläche der einzelnen Belege 80 × 50 mm beträgt. Die seitlich hervorstehenden Lappen, die keine Kondensatorwirkung haben, besitzen demnach eine Länge von genau 30 mm.

Beim Kondensator *E*, der die größte Kapazität besitzt, werden an Stelle der Glasplatten dünne Glimmerscheiben als Dielektrikum benützt. Die Herstellung von Glimmerkondensatoren ist auf S. 19ff. beschrieben. Die Größe der Glimmerplättchen beträgt 40 × 80 mm, während die w i r k s a m e Fläche der Kupferfoliebelegungen 31 × 63 mm ausmacht. Im ganzen sind 15 Kupfer- und 16 Glimmerblätter von 0,1 mm Stärke erforderlich.

Die Herstellung der Blockkondensatoren muß mit großer Pünktlichkeit vorgenommen werden. Insbesondere sei darauf hingewiesen,

daß man es in diesem Fall unbedingt vermeiden muß, paraffiniertes Papier als Dielektrikum zu benützen. Solches Papier ist immer etwas hygroskopisch (d. h. es zieht Feuchtigkeit aus der Luft an). Dadurch verändert sich die Kapazität des Kondensators stark, was ungenaue Angaben des Wellenmessers zur Folge hat.

Für diejenigen Bastler, die es vorziehen, die Festkondensatoren fertig zu kaufen, seien noch die genauen Kapazitätswerte angegeben. Der Kondensator *C* besitzt eine Kapazität von 0,0003, der Kondensator *D* eine solche von 0,003 und der Kondensator *E* eine solche von 0,04 Mikrofarad.

3. Die Herstellung des Summers mit Überbrückungswiderstand.

Die elektrischen Summer, die für Wellenmesser verwendet werden, zeichnen sich durch eine ungemein rasche Unterbrechungszahl aus, was sich in Gestalt des sehr hohen Summtones bemerkbar macht. Aus diesem Grunde muß die Masse des schwingenden Ankers mög-

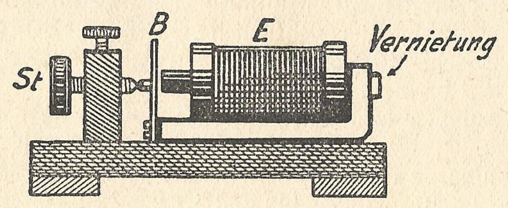


Abb. 191. Seitenansicht des Summers.

lichst klein gehalten werden, damit er sehr rasch hin und her schwingen kann.

Der in Abb. 191 dargestellte Summer besteht aus einem kleinen Elektromagneten *E*, vor dessen einem Pol eine kurze Blattfeder *B* aus Stahl befestigt ist. Die Feder ist mit einem Platinkontakt versehen, so daß sie mit der auf dem Grundbrett befestigten, in eine Platinspitze endenden Stell- und Kontaktschraube *St*, die gleichzeitig zur Regulierung der Unterbrechungszahl dient, guten Kontakt macht.

Zur Herstellung des Elektromagneten benötigen wir ein 30 mm langes Stück gut ausgeglühten weichen Rundeisens von 10 mm Durchmesser, das wir am einen Ende mit einem Zapfen von 6 mm Durchmesser und 4 mm Länge versehen, sowie eine aus 5 mm starkem Bandeisen gebogene winkelförmige Stütze, in deren kürzerem Schenkel der Eisenkern nach Abb. 191 eingenietet wird.

Sind wir so weit, so verfertigen wir aus Pappe und Laubsägeholz eine kleine Spule, die wir mit 0,2 mm starkem emailliertem Kupferdraht bewickeln und auf den Elektromagnetkern schieben.

Zur Herstellung des Ankers wird ein kurzes Stück einer zerbrochenen Uhrfeder benötigt, das wir in der Flamme eines Bunsenbrenners gut ausglühen und in heißer Asche langsam abkühlen. Die Feder wird hierauf auf der Richtplatte eben gehämmert und mit Schmirgelpapier blank geschliffen. 8 mm vom oberen Rande entfernt wird eine Bohrung von 1 mm Weite angebracht, in die eine kleine Platinniete eingenietet wird. Zuletzt wird der Anker mit dem freien Ende des längeren Schenkels der Eisenstütze verlötet oder verschraubt.

Den Kontaktständer können wir nach Abb. 191 aus Rundmessing selbst anfertigen; wir können ihn aber auch einer alten elektrischen Klingel entnehmen oder um billiges Geld fertig kaufen.

Die Einzelteile des Summers werden nach Abb. 191 zusammengebaut. Die Eisenstütze des Elektromagneten wird mit einer 10 mm starken Hartholzplatte von unten her verschraubt. Das eine Ende der Magnetwicklung wird mit dem Eisenkern, das andere Ende mit einer Stromzuführungsklemme verbunden. Der Kontaktständer steht mit einer zweiten Stromzuführungsklemme in Verbindung; er wird an der aus Abb. 191 ersichtlichen Stelle so auf dem Grundbrett befestigt, daß seine Platinspitze das am Anker befestigte Platinplättchen leicht berührt.

Um den Summer in Betrieb zu setzen, wird an die Stromzuführungsklemmen eine kleine Taschenlampenbatterie gelegt; ist alles in Ordnung, so wird sich der Anker sofort in Bewegung setzen und in raschen Schwingungen hin und her pendeln. Durch Verstellen der Kontaktschraube muß die Spannung der Ankerfeder so einreguliert werden, daß der Anker den höchsten Ton von sich gibt; dreht man noch ein klein wenig weiter, so muß er still stehen.

Beim Betrieb des Summers bemerken wir, daß an der Unterbrechungsstelle ziemlich heftige Öffnungsfunken auftreten, die von der Selbstinduktion der Magnetwicklung herrühren. Diese Funken erzeugen elektrische Wellen von sehr starker Dämpfung, die sich nach allen Seiten im Raume ausbreiten. Sie müssen unbedingt unterdrückt werden, weil sonst der Summerkreis nicht zur Aussendung von Wellen ganz bestimmter Länge benützt werden kann. Zu diesem Zwecke stellen wir einen Überbrückungswiderstand her, der die Aufgabe hat, die Selbstinduktionsströme abzuleiten und damit die in den Schwingungskreis eingeschalteten Blockkondensatoren aufzuladen. Der Überbrückungswiderstand besteht aus einer Nickelindrahtspirale, die einen Widerstand von etlichen Ohm besitzt und an die Enden der Magnetwicklung gelegt wird. Die genaue Länge des Widerstandsdrahtes muß durch Versuche ermittelt werden. Wir nehmen zu diesem Zwecke ein Stück Widerstandsdraht von 1 Meter

Länge und 0,35 mm Stärke, mit dem wir die Magnetwicklung kurzschließen. Hierauf setzen wir den Summer in Betrieb. Der Apparat wird genau so arbeiten wie zuvor, nur werden die Öffnungsfunken fast vollständig verschwunden sein. Die Länge des Widerstandsdrahtes muß nun so ausgeglichen werden, daß die Funken ganz verschwinden, ohne daß jedoch der Magnetwicklung so viel Strom entzogen wird, daß der Anker zum Stillstand kommt.

Haben wir die richtige Länge des Überbrückungswiderstandes ermittelt, so wird der Draht sauber auf einen schmalen Kartonstreifen gewickelt, den man an die Langseite des Grundbrettes nagelt, nachdem man die Enden der Widerstandswicklung mit dem Eisenkern und der einen Stromzuführungsklemme verlötet hat.

4. Der Zusammenbau des Wellenmessers.

Sämtliche Einzelteile des Wellenmessers, ausgenommen die beiden Schalter *S* und *Q*, die wir nach den entsprechenden Angaben im IX. Kapitel selbst anfertigen, und die ihren Platz auf der Außen-

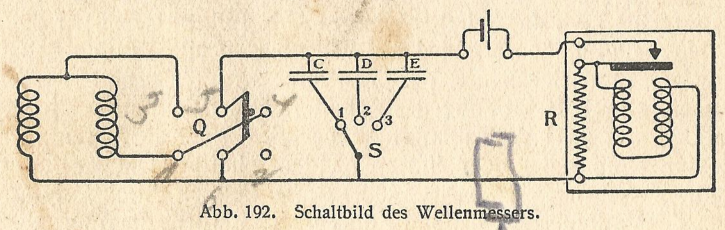


Abb. 192. Schaltbild des Wellenmessers.

seite des Kästchens finden, werden in ein sauberes Hartholzkästchen eingesetzt, dessen Größe so bemessen ist, daß das Variometer bequem eingebaut und gehandhabt werden kann.

Der äußere Rahmen des Variometers wird nach Abb. 190 mit einem auf den Boden des Gehäuses geleimten Hartholzklötzchen verschraubt. Die drei Festkondensatoren werden an den Wänden und auf dem Boden des Kästchens in sachgemäßer Weise befestigt. In der Rückwand des Gehäuses wird eine kleine verschließbare Öffnung angebracht, die gestattet, die zum Betrieb des Summers erforderliche Stromquelle, eine kleine Taschenlampenbatterie, einzusetzen und auszuwechseln. Neben dieser Öffnung befindet sich ein kleiner Drehschalter, mit dessen Hilfe man die Batterie nach Bedarf ein- und ausschalten kann. In Abb. 192, dem Schaltbild des Wellenmessers, ist dieser Schalter nicht eingezeichnet.

Die Verbindung der einzelnen Apparateteile untereinander geht aus Abb. 192 deutlich hervor, so daß wir darüber nichts zu sagen brauchen. Rechts sieht man den Summer, links das Variometer.

Der Umschalter *Q*, mit dessen Hilfe die beiden Variometerwicklungen nach Belieben parallel oder hintereinander geschaltet werden können, wird an der Vorderwand des Gehäuses befestigt. Durch Umlegen des Schaltarms nach der linken Seite (Abb. 192) erhält man Parallelschaltung, während der nach rechts umgelegte Schalter eine Hintereinanderschaltung der beiden Variometerwicklungen herbeiführt.

Der Drehschalter *S* hat lediglich die Aufgabe, nach Bedarf einen der drei Festkondensatoren *C*, *D* und *E* in den Schwingungskreis einzuschalten. Steht der Kontaktarm auf Knopf 1, so ist die Verbindung mit dem Kondensator *C*, der die geringste Kapazität besitzt, hergestellt. Durch Übergang auf die Knöpfe 2 und 3 kann die Kapazität des Schwingungskreises entsprechend dem größeren elektrischen Fassungsvermögen der Kondensatoren *D* und *E* erhöht werden.

5. Die Eichung des Wellenmessers.

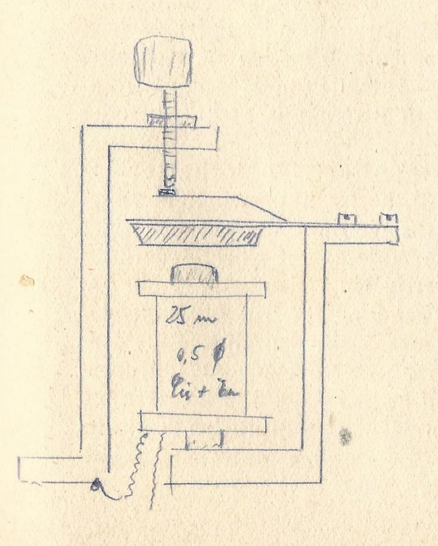
Betrachten wir das Schaltschema in Abb. 192, so sehen wir ohne weiteres, daß sechs verschiedene Wellenlängen allein durch Schaltung der Einzelelemente des Wellenmessers eingestellt werden können. Durch Betätigung des Schalters *Q* erhält man bei jedem Kondensator zwei Wellenlängen, je nachdem man die Variometerwicklungen parallel oder hintereinander schaltet. Die Zwischenräume zwischen diesen sechs Wellenstufen können durch Veränderung des Variometers vollständig überbrückt werden; die Anordnung ist so getroffen, daß dabei reichliche „Überlappungen" entstehen, d. h. die „langen" Wellen jeder Schaltung können bei der darauffolgenden Schaltung nochmals als „kurze" Wellenlängen eingestellt werden. Im ganzen greifen die sechs Wellenbereiche so ineinander, daß eine kontinuierliche Variation zwischen 300 und 9000 m möglich ist.

Die Eichung des fertiggestellten Instruments wird, wie gesagt, am besten mit Hilfe eines zweiten geeichten Wellenmessers vorgenommen. Wir setzen den Summer des geeichten Instruments in Betrieb und stellen die Abstimmorgane des Schwingungskreises so ein, daß der Wellenmesser seine kürzeste Welle aussendet. Dann stimmen wir unser Empfangsgerät, das eine möglichst hohe Abstimmschärfe (Zwischenkreis!) besitzen soll, auf diese Welle ab, bis wir das Summergeräusch im Fernhörer mit größter Deutlichkeit wahrnehmen. Hierauf wird der Summer des geeichten Instruments abgeschaltet und unser selbstgefertigter Wellenmesser in Betrieb gesetzt, den man durch Veränderung des Variometers und geeignete Wahl der

Festkondensatoren so lange abstimmt, bis das Signal im Empfangsgerät ebenso deutlich hörbar ist wie das erste Mal. Auf der Variometerskala wird diese Stelle bezeichnet und die am ersten Instrument abgelesene Wellenlänge eingetragen. Diese Arbeit wird ein paar Dutzend mal wiederholt, bis wir genügend Anhaltspunkte haben, um die sechs über dem Variometerknopf übereinander angebrachten Skalen sachgemäß zu ergänzen.

Steht uns kein geeichter Wellenmesser zur Verfügung, so müssen wir uns damit begnügen, die von den Rundfunk- und sonstigen Sendestationen ausgesandten Normalwellen (s. S. 133) auf den Skalen zu markieren; auch auf diese Weise wird man im Laufe der Zeit eine vollständige Wellenskala zusammenbringen.

Summer mit magnetisierten Anker (polarisiert) braucht weniger Strom. Spule mit 25 m Cu-Draht 0,5 mm Ø. Anker ist aus Stahl 12 x 6 x 4 mm groß (Bei aufgesetztem Magnet kann ein Eisen angestiftet sein. Anstelle eines massiven Eisenkerns können auch Drähte in der Höhlung der Spule untergebracht werden.



NEUNTES KAPITEL.

Schalter, Kabelschuhe, Wanderstecker, Klemmen.

1. Der Schalter im Radiobetrieb.

Bevor wir auf die Selbstanfertigung von Schaltern eingehen, möchten wir einige Winke für die Verwendung von Schaltern im Radiobetrieb geben, da dieses Thema in der deutschen Radioliteratur bisher recht stiefmütterlich behandelt worden ist. Wir folgen dabei einem vortrefflichen Aufsatz „Der Schalter im Radiobetrieb", den Dipl.-Ing. A. Meyer, München, jüngst in der Zeitschrift „Radio für Alle" (Bd. II) veröffentlicht hat. Was für den Eisenbahner die Weiche, für den Wasserbauer der Schieber ist, sagt Meyer mit Recht, das ist für den Elektriker der Schalter, und mehr als das, denn er ist vielseitiger. Auch der Radioamateur hat an ihm beim Empfang der elektrischen Wellen einen treuen, sich allen Wechselfällen des Radiolebens stets willig anpassenden Freund.

Die Grundform des Schalters verkörpert der einpolige Schalter, dessen Aufgabe darin besteht, die Unterbrechungsstelle einer einzelnen Leitung nach Bedarf zu überbrücken oder aufzumachen, was dadurch geschieht, daß er zwischen den beiden als Kontakte ausgebildeten Trennungspunkten eine leitende (metallische) Verbindung herstellt oder sie löst, d. h. den Stromkreis „schließt" oder „öffnet".

Der am häufigsten verwendete einpolige Hebelschalter besteht nach Abb. 193 aus einem flachen, hochkant gestellten Messing- oder Kupferstück, das an dem einen Kontakt um ein Scharnier drehbar angeordnet ist und in den andern, mit einem federnden Schlitz versehenen Kontakt messerartig eingreifen kann. Abb. 193 zeigt einen solchen Schalter in Verwendung für den Anschluß der Heizbatterie an den Glühdraht einer Kathodenröhre. Eine einfachere, für geringere Stromstärken aber genügende Ausführungsart mit schleifender Kontaktgebung gemäß Abb. 194 bietet einen gewissen Vorteil durch ihre weniger Raum beanspruchende flache Form.

Wesentlich anders ist der Drehschalter ausgebildet, dessen von den elektrischen Lichtanlagen in den Wohnhäusern her bekannte äußere Gestalt Abb. 195 zur Darstellung bringt. Seine durch Abb. 196 veranschaulichte Wirkungsweise besteht darin, daß zwi-

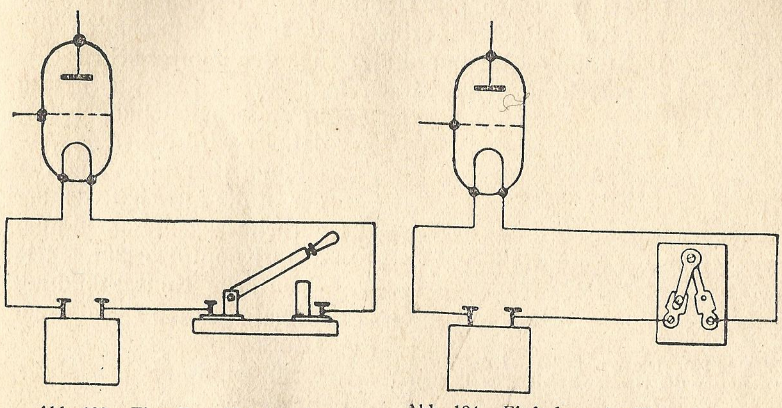


Abb. 193. Einpoliger Hebelschalter im Heizstromkreis einer Röhre.

Abb. 194. Einfachere Ausführung eines einpoligen Hebelschalters, die aber nur für geringe Stromstärken genügt.

schen den beiden kreissegmentförmigen, federnden Kontakten ein entsprechend geformtes Verbindungsstück drehbar angeordnet ist, dessen Betätigung durch den äußeren Schaltknebel erfolgt. Auch der Drehschalter wird meist nur für Stromstärken von einigen Ampere verwendet, da er sonst unförmig und unbequem bedienbar wird. — Der Drehschalter unterscheidet sich nicht nur in der Form, sondern auch in seiner Wirkungsweise beträchtlich von den besprochenen Hebelschaltern. Einmal erfolgt beim Ausschalten des Stromes die Unterbrechung an zwei Stellen, worin mit Rücksicht auf sicheres Abreißen des Unterbrechungsfunkens unter Umständen ein Vorteil liegt, außerdem ist in der Ausschaltstellung der Betätigungsknebel vollständig von der elektrischen Leitung abgetrennt, was die Sicherheit gegen elektrische „Schläge" erhöht. Beides läßt sich auch beim Hebelschalter erreichen, und zwar dadurch, daß der Drehpunkt gemäß Abb. 197 vom zweiten Kontakt getrennt ausgebildet wird.

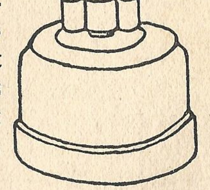


Abb. 195. Drehschalter.

Der Morsetaster, der in der Radiotelegraphie eine Hauptrolle spielt, kommt für den nur empfangenden Amateur lediglich in Frage, wenn er Summerversuche machen oder die Spannung seiner Heiz-

batterie gelegentlich kontrollieren und den Spannungszeiger mit Hilfe eines zweiten Kontaktgebers benutzen will, ohne daß ihm hierfür ein die Aufgabe eleganter lösender Umschalter zur Verfügung steht. Der Morsetaster stellt eine Abart des einpoligen Hebelschalters dar, insofern er als „Kontaktgeber“ arbeitet, d. h. das Einschalten des Stromkreises nur kurzzeitig, den Morsezeichen entsprechend, zu bewirken hat, normalerweise sich also in Ausschaltstellung befindet. Er wird daher (s. Abbildung 198) durch eine Feder in die Ausschaltstellung zurückgezogen, sobald man den Knopf losläßt. Die eigentliche Kontaktbildung erfolgt durch einfachen Druck.

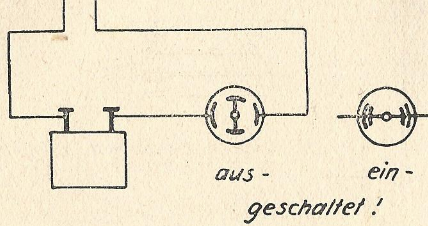


Abb. 196. Die Wirkungsweise des Drehschalters (im Heizstromkreis einer Röhre).

Die in Abb. 193 dargestellte Schaltung ist technisch nicht vollkommen, weil beim Öffnen des Stromkreises Stromquelle und Röhre nicht vollständig voneinander getrennt werden. Dies geschieht bei Verwendung z. B. eines zweipoligen Hebelschalters gemäß Abb. 199. Er ist nichts anderes als die Kombination zweier einpoliger Schalter, die auf einem gemeinsamen Kontaktbrett montiert, durch ein Querstück verbunden sind

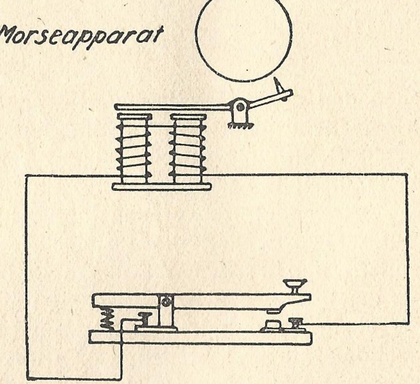


Abb. 198. Morsetaster im Stromkreis eines Morseschreibers.

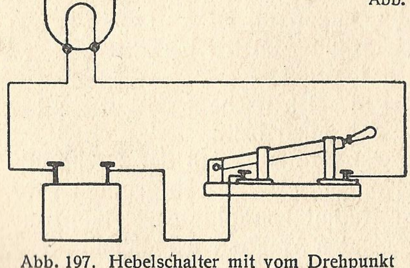
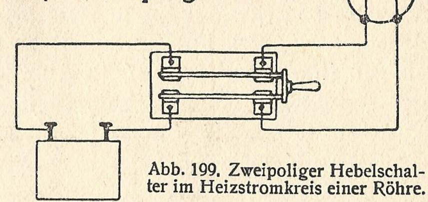


Abb. 197. Hebelschalter mit vom Drehpunkt getrenntem zweiten Kontakt.

und mittels eines an diesem Querstück befestigten Griffes betätigt werden. Auch der Drehschalter läßt sich zweipolig ausbilden; er enthält dann statt zwei Segmentkontakte wie in Abb. 196 deren vier, und die an dem Verbindungsstück sitzenden vier Gegenkontakte müssen paarweise voneinander isoliert sein.

Verwickeltere Schaltungsaufgaben lösen die Umschalter, deren einfachste Form, den einpoligen Umschalter (Abb. 200), zeigt. Er dient in dieser Schaltung dazu, eine Antenne abwechselnd an den Empfangsapparat und (bei Nichtgebrauch des Empfängers) unmittelbar an Erde zu legen. Der Umschalter ist grundsätzlich ein nach zwei (um 180°) verschiedenen Richtungen umlegbarer Schalter, wenn auch seine praktische Ausführung meist eine etwas andere Form hat. In Abb. 200 wird bei Stellung des Hebels nach oben die Verbindung der Antenne mit dem Empfangsapparat, in der unteren Stellung die Verbindung mit der Erdleitung bewirkt. Der Schaltung haftet ein ähnlicher Mangel an, wie der in Abb. 193 dargestellt: In der Ruheschaltung liegen die Apparate einseitig an der Antenne, was durch einen zweipoligen Umschalter und Schaltung nach Abb. 201 vermieden werden kann. Die beiden unteren Kontakte müssen in diesem Falle zur Erzielung der direkten Schaltung Antenne — Erde durch eine Metallschiene leitend verbunden sein.


Abb. 199. Zweipoliger Hebelschalter im Heizstromkreis einer Röhre.

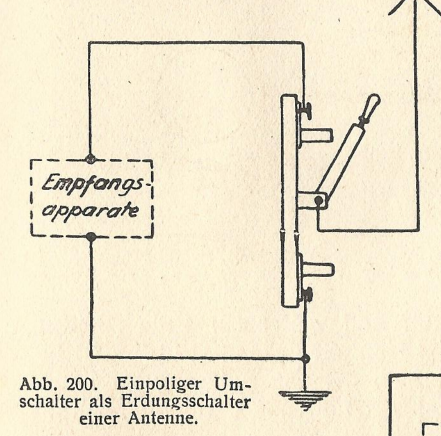


Abb. 200. Einpoliger Umschalter als Erdungsschalter einer Antenne.

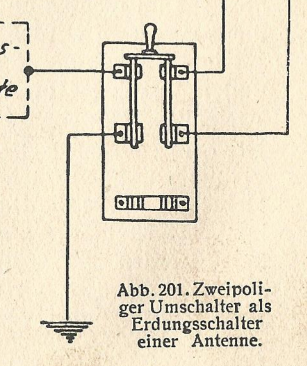


Abb. 201. Zweipoliger Umschalter als Erdungsschalter einer Antenne.

Eine sehr wichtige Anwendung findet der zweipolige Umschalter im Antennenabstimmkreis, wo er es ermöglicht, mit einem Handgriff durch Parallel- oder Reihenschaltung von Abstimmspule und Abstimmkondensator auf lange („Schaltung lang“) oder kurze Wellen („Schaltung kurz“) einzustellen. In Abb. 202 ist zur deutlicheren Veranschaulichung der Umschalter nur schematisch durch 6 Punkte (den 6 Kontakten entsprechend) dargestellt. In Abb. 202a (obere Hebellage) teilt sich die von der Antenne kommende Leitung auf dem Eintrittskontakt in zwei Zweige zur Spule und zum Kondensator, um sich im Kontakt links unten zur Erdleitung zu vereinigen (Parallelschaltung). In Abb. 202 b (untere Hebellage) geht der Antennenstrom zuerst durch die Spule und dann durch den

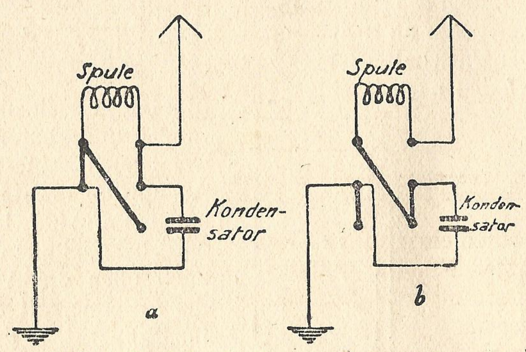


Abb. 202. Zweipoliger Umschalter im Antennen-Abstimmkreis, zwecks bequemen Wechsels zwischen „Schaltung lang“ und „Schaltung kurz“.

rechten Hebel zum Kondensator und weiter zur Erde (Reihenschaltung). Daß der linke untere Kontakt unbenutzt bleibt, ist belanglos, dagegen darf die innerhalb des Umschalters vom linken oberen zum rechten unteren Kontakt führende Verbindungsleitung nicht vergessen werden.

Die Umschaltung der Heizbatterie von Ladung auf Entladung und umgekehrt läßt sich gleichfalls in eleganter Weise mit dem zweipoligen Umschalter bewerkstelligen. In Abb. 203 ist die Batterie im normalen Betriebszustand, d. h. mit dem Heizfaden verbunden, gezeichnet. In der unteren, gestrichelt angedeuteten Hebellage würde die Batterie unter Vorschaltung eines Kohlefadenlampenwiderstandes auf das Lichtnetz geschaltet sein, also geladen werden.

Eine besonders vielseitige Anwendungsmöglichkeiten bietende Schalterart ist der Vielfachumschalter (Mehrfachumschalter),

wie er z. B. gebraucht wird, wenn die Veränderung der Induktivität einer Abstimmspule durch Zu- oder Abschaltung eines Teiles ihrer Windungen bewirkt werden soll (s. S. 29 ff. und Abb. 204).

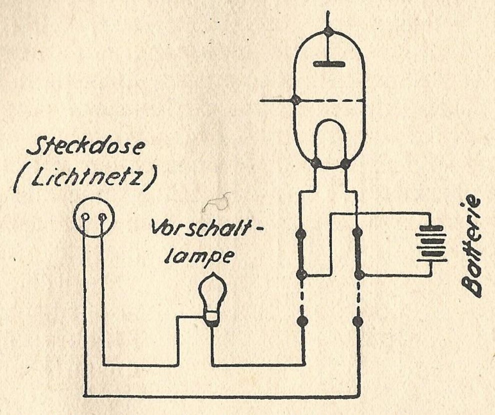


Abb. 203. Zweipoliger Umschalter in einer Ladeanlage für eine Heizbatterie, zwecks bequemer Umstellung von „Ladung" auf „Entladung" und umgekehrt.

Steht der durch einen kleinen Handgriff betätigte Kontakthebel auf dem äußersten Kontakt rechts, so durchläuft die Verbindung von der Erde zur Antenne sämtliche Windungen der Spule; je weiter der Schalter nach links gerückt wird, desto mehr Windungen fallen aus der Verbindung heraus. Steht der Hebel ganz links, so würde die Antenne unmittelbar an Erde liegen; die Abstimmspule wäre ganz ausgeschaltet.

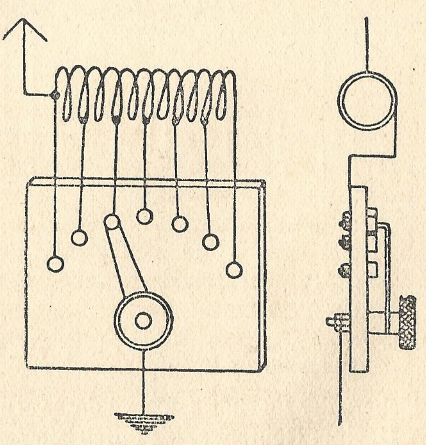


Abb. 204. Vielfachumschalter in Verbindung mit einer Stufenspule zwecks stufenweiser Veränderung ihrer Induktivität.

In anderer Form kann der Mehrfachumschalter dazu benutzt werden, mit Hilfe eines Spannungszeigers je nach Bedarf verschiedene Spannungen zu messen, z. B. die der Heiz- und die der Anodenbatterie. Einen derartigen „Voltmeterumschalter" (im vorliegenden Falle Zweifachumschalter), der zweipolig ausgeführt sein muß, zeigt

Abb. 205. Die beiden durch den Handgriff betätigten und voneinander isolierten Kontakthebel sind doppelt ausgeführt und gleiten sowohl auf den äußeren Einzelkontakten wie auf den inneren Kontaktschienen. Mit den Schienen ist der Spannungszeiger, mit je einem Paar Einzelkontakten jede zu messende Spannung (in dem angenommenen Falle Heiz- und Anodenspannung) verbunden. In jeder Schaltstellung liegt mithin der Spannungszeiger an einer der beiden Stromquellen.

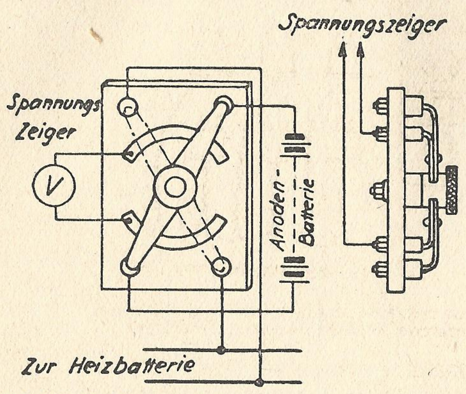


Abb. 205. Zweifachumschalte in Verbindung mit einem Spannungsmesser, der die Spannung zweier Stromquellen messen soll (Voltmeterumschalter).

Auch die aus den Hausinstallationen bekannten Stecker und Steckdosen können in verschiedener Weise als Schalter benutzt werden. Verbindet man, wie es Abb. 206 andeutet, die beiden Kontakte eines Steckers innerhalb des Steckerkörpers durch einen kräftigen Kupferdraht ,so kann man die mit den beiden Kontaktlöchern der zugehörigen Steckdose verbundenen Unterbrechungsenden z. B. eines Röhrenkreises durch Einstecken des Steckers überbrücken. Stecker und Dose erfüllen dann also die Aufgaben eines einpoligen Schalters. Der normale Gebrauch von Stecker und Steckdose da-

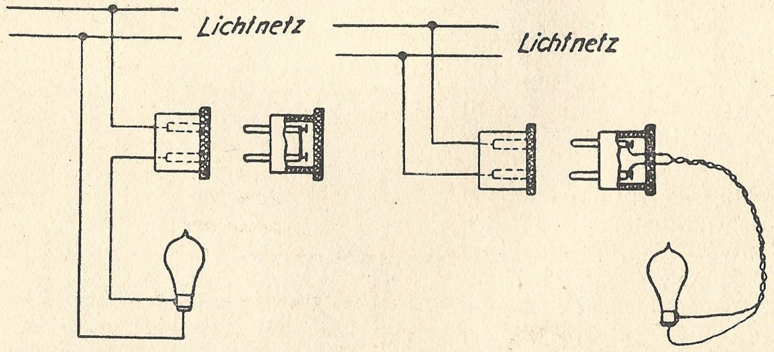


Abb. 206. Kurzgeschlossener Stecker als einpoliger Schalter.

Abb. 207. Stecker in normaler Schaltung.

gegen bedeutet gemäß Abb. 207 zweipolige Schaltung. Sind mehrere Steckdosen im Stromkreis vorhanden, so lassen sich in gleicher Weise mehrere Stromverbraucher anschließen, die dann in Parallelschaltung an der Spannung liegen.

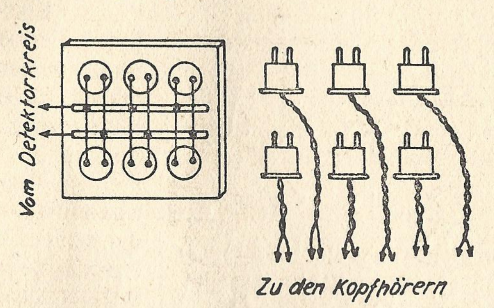


Abb. 208. Schaltbrett mit mehreren parallel geschalteten Steckdosen zum Anschluß mehrerer Kopfhörer an einen Empfänger.

Auf diese Weise kann man eine Anzahl auf einem Holzbrett montierter Steckdosen in solchen Fällen benutzen, wo eine Reihe von Apparaten parallel zu schalten ist, z. B. wenn mehrere Personen einem Rundspruch nicht gemeinsam durch Lautsprecher, sondern jeder für sich mittels Kopfhörers folgen wollen (Abb. 208).

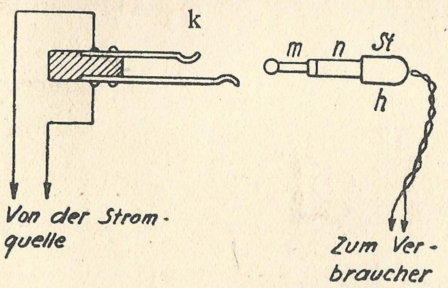


Abb. 209. Zweipoliger Stöpselschalter.

Eine insbesondere bei Telephonschaltungen verwendete Schalterart, einen S t ö p s e l s c h a l t e r, zeigt Abb. 209. Zwischen die beiden als ungleich lange, federnde Zungen ausgebildeten Kontakte *k*, die miteinander die sog. Klinke bilden, wird der Stöpsel *St* eingeschoben, der aus zwei voneinander isolierten zylinderförmigen Körpern *m* und *n* besteht; der oberste Teil *h* ist eine isolierende Schutzkappe, die zur Handhabung des Stöpsels dient. Der Stöpsel ist in seinen einzelnen Teilen so bemessen, daß die mit je einem Draht der zum

Verbraucher führenden Litze verbundenen Körper *m* und *n* keinen Schluß zwischen den beiden Zungen *k* der Klinke herstellen können, vielmehr werden die Teile *m* und *n* jeder für sich mit je einer Kontaktzunge, d. h. mit den beiden Polen der Stromquelle verbunden. Die Schaltung ist mithin zweipolig.

Die angeführten Beispiele erschöpfen die durch die verschiedenen Schalter gebotenen Anwendungsmöglichkeiten bei weitem nicht, sie zeigen aber, daß die Vielseitigkeit des Schalters es dem Radioamateur leicht macht, die für einen bestimmten Zweck jeweils am besten geeignete Schaltart zu finden.

2. Ein einfacher Reihen-Parallelschalter.

Mit dem in den Abb. 210 und 211 dargestellten Reihen-Parallelschalter kann im Antennenkreis jedes Empfangsgeräts zwischen Schaltung „lang" und Schaltung „kurz" in einfachster Weise abgewechselt werden. Das Schaltbild Abb. 212 zeigt den Schalter in Schal-

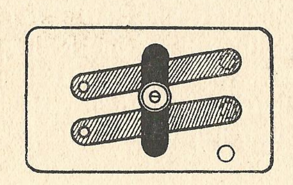


Abb. 210. Einfacher doppelpoliger Umschalter (Reihen-Parallel-Schalter).

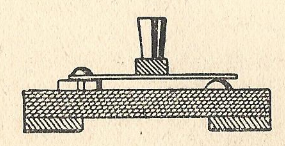


Abb. 211. Der Reihen-Parallel-Schalter von der Seite gesehen.

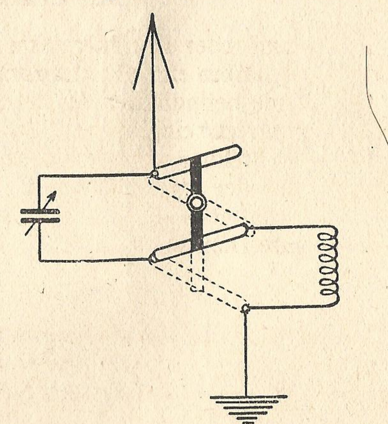


Abb. 212. Die Anwendung des Reihen-Parallel-Schalters.

tung „kurz": Kapazität und Selbstinduktion sind hintereinandergeschaltet. Schaltung „lang" ist gestrichelt eingezeichnet; der Kondensator und die Selbstinduktionsspule liegen dabei einander parallel.

Der Schalter wird nach den Abb. 210 und 211 auf einer Hartgummiplatte von der Größe 40×65 mm montiert. Die beiden Kontaktfedern werden aus 0,5 mm starkem Messingblech hergestellt, das wir durch Hämmern federnd gemacht haben. Der isolierende Verbindungssteg besteht aus einer schmalen Hartgummileiste, die mit

einem kleinen Griff versehen ist. Die Enden der Federn werden auf der einen Seite durchbohrt und unter Dazwischenlegen von kleinen Unterlegscheiben so auf der Hartgummiplatte festgeschraubt, daß die andern Enden auf den halbkreisförmig angeordneten Kontaktknöpfen schleifen und einen guten Kontakt herstellen.

3. Ein einpoliger Umschalter.

Einen brauchbaren Umschalter, zu dessen Selbstanfertigung keinerlei Handfertigkeit und Erfahrung in der Herstellung elektrischer Geräte erforderlich ist, zeigt Abb. 213. Wir sehen zwei auf einer

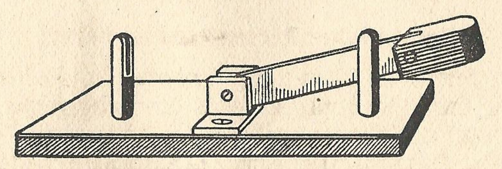


Abb. 213. Ein einpoliger Umschalter.

Hartgummi- oder Hartholzplatte befestigte Kontaktstecker, die in Radiogeschäften einzeln erhältlich sind; sie werden mittels der am einen Ende befindlichen Muttern in zwei Bohrungen der Grundplatte senkrecht eingespannt. Zwischen den Steckern ist ein Kontakthebel drehbar angeordnet, dessen Schneide sich in die gespaltenen Enden der Stecker klemmt.

Der Schalter leistet als einfacher Umschalter beim Experimentieren gute Dienste.

4. Ein doppelpoliger Umschalter.

Zwei der vielen Anwendungsmöglichkeiten des im Folgenden beschriebenen doppelpoligen Umschalters sind in den Abb. 214 und 215 vorgeführt. Abb. 214 zeigt den Schalter, wie er zur Herstellung der

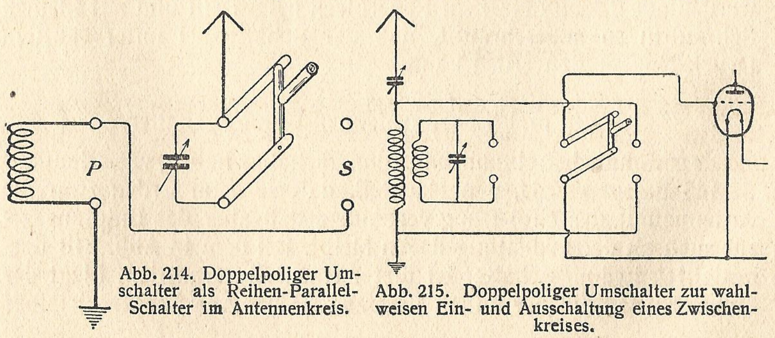


Abb. 214. Doppelpoliger Umschalter als Reihen-Parallel-Schalter im Antennenkreis.

Abb. 215. Doppelpoliger Umschalter zur wahlweisen Ein- und Ausschaltung eines Zwischenkreises.

oben beschriebenen Schaltung „lang“ und „kurz“ in den Antennenkreis geschaltet wird. In Abb. 215 dient der Schalter zur wahlweisen Ein- und Abschaltung eines abstimmbaren Zwischenkreises bei einem Röhrengerät. Nach rechts umgelegt ist der Gitterkreis der Kathodenröhre fest an die Selbstinduktionsspule gekoppelt, während der nach links umgelegteSchalter den abstimmbaren Zwischenkreis einschaltet, wodurch sich eine wesentlich feinere Abstimmung durchführen läßt.

Bei der Selbstanfertigung des Schalters halten wir uns an die Abb. 216 und 217. Den Kontakthebel stellen wir aus 1 mm starkem, 10 mm breitem Messingband her. Die Enden der 60 mm langen Messing-

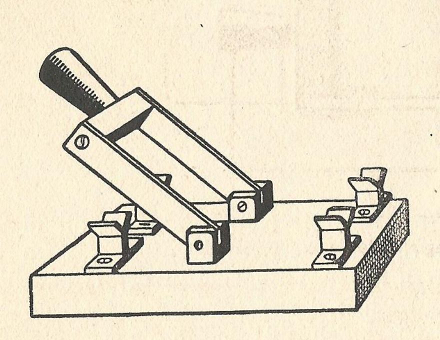


Abb. 216. Doppelpoliger Umschalter.

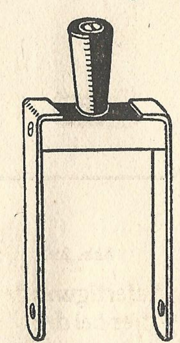


Abb. 217. Der Schalthebel des doppelpoligen Umschalters.

streifen werden auf der einen Seite rechtwinklig umgebogen und in der aus Abb. 217 ersichtlichen Weise mit einer Hartgummi-Querleiste verschraubt. Die Hartgummileiste wird sodann mit einem Griff versehen und der ganze Kontakthebel in die auf der Hartgummiplatte befestigten Lagerungen eingesetzt.

Die vier auf der Hartgummiplatte angeschraubten Messingspangen werden aus 0,5 mm starkem Federblech hergestellt und mit kleinen Schrauben so angeschraubt, daß der Schalthebel unter sanftem Druck eingepreßt werden kann.

5. Ein praktischer Antennen-Erdungsschalter.

Die gewöhnlichen einpoligen Erdungsschalter haben, wie schon auf S. 145 gesagt wurde, den Nachteil, daß sie beim Erden zwar die Antenne mit der Erdleitung verbinden, daß aber das Empfangsgerät auch an der Erdleitung liegen bleibt. Bei dem in Abb. 218 dargestellten Erdungsschalter ist dieser Nachteil vermieden. Liegt der Kontakthebel auf der linken Seite, so ist die Antenne unmittelbar

mit der Erde verbunden, die Antennen- und die Erdverbindung des Empfangsgeräts aber sind vollständig unterbrochen. Legen wir den Schalthebel nach rechts um, so wird das Empfangsgerät gleichzeitig mit der Antenne und mit der Erde verbunden.

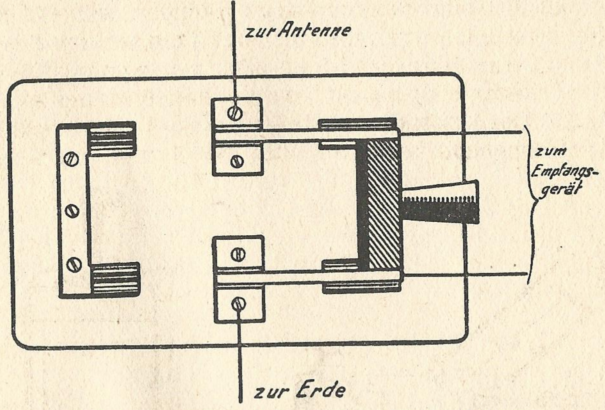


Abb. 218. Doppelpoliger Antennen-Erdungsschalter.

Bei der Anfertigung des Erdungsschalters verfahren wir in derselben Weise, wie dies bei dem doppelpoligen Umschalter unter 4 beschrieben wurde. Zwischen den beiden Schaltern besteht nur der eine Unterschied, daß beim Erdungsschalter die beiden linken Kontaktspangen miteinander durch ein schmales Messingband leitend verbunden sind, während beim Umschalter diese Verbindung fehlt.

6. Ein praktisches Telephonschaltbrett.

Sollen an einen kleinen Kristallempfänger mehrere Fernhörer angeschlossen werden, so verbindet man sie zweckmäßigerweise nicht parallel miteinander, wie man es bei einem leistungsfähigen Röhrengerät tun kann, sondern schaltet sie hintereinander, um so die zur Verfügung stehende kleine Energiemenge voll auszunützen.

Abb. 219 zeigt ein einfach herzustellendes Schaltbrett, das fünf Paar Anschlußklemmen aufweist; es leistet zur Hintereinanderschaltung von Fernhörern und sonstigen Apparaten gute Dienste.

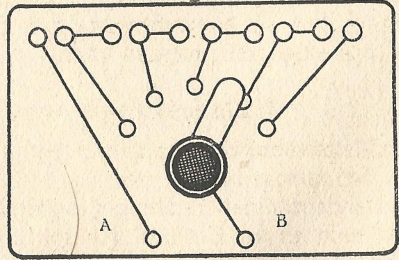


Abb. 219. Telephonschaltbrett zum Anschluß mehrerer Fernhörer an einen Kristallempfänger.

Wir beschaffen uns eine 6 mm starke Hartgummiplatte von der Größe 70 × 110 mm, auf der wir einen mit Hartgummi-Drehknopf versehenen Kontaktarm anordnen, dessen Ende über 5 Kontaktknöpfe schleift.

Am Rande der Langseite der Hartgummiplatte sind 10 Klemmen paarweise befestigt; jede zweite Klemme ist mit einem der Kontaktknöpfe und der darauffolgenden nächsten Klemme verbunden (vgl. Abb. 219). Die Klemme 1 wird mit der Zuleitungsklemme *A* in Verbindung gesetzt, während von der Zuleitungsklemme *B* ein Draht nach dem drehbaren Kontakthebel führt.

Die Drahtverbindungen werden auf der Rückseite des Klemmenbrettchens ausgeführt. Damit sie nicht stören, verlegen wir sie am besten in kleine Rillen, die wir vermittelst eines scharfen Messers unter Zuhilfenahme eines eisernen Lineals in die Hartgummiplatte eingeschnitten haben.

7. Ein Schalter für den Hochohmwiderstand.

Mit Hilfe des in Abb. 220 dargestellten Linienwählers kann der Hochohmwiderstand auf vier verschiedene Arten geschaltet werden, über die die nachfolgende Übersicht Auskunft gibt:

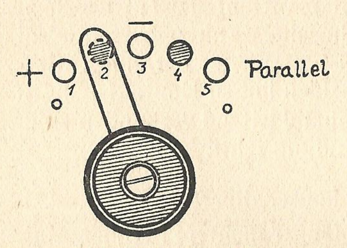


Abb. 220. Linienwähler.

1. Der Hochohmwiderstand wird parallel zum Gitterkondensator geschaltet.
2. Der Hochohmwiderstand wird mit dem Minuspol der Heizbatterie verbunden.
3. Der Hochohmwiderstand wird mit dem Pluspol der Heizbatterie verbunden.
4. Der Hochohmwiderstand wird ganz abgeschaltet.

Durch einfaches Verdrehen des Hartgummiknopfs können die verschiedenen Schaltungen rasch aufeinanderfolgend ausgeführt werden, so daß ein etwa erzielter Vorteil sofort wahrgenommen wird.

Die Verbindung der Kontaktknöpfe des Schalters mit den Steckbuchsen des Röhrensockels und mit dem einen Beleg des Gitterkondensators geht aus Abb. 221 klar hervor, so daß darüber nichts weiter zu sagen ist.

Bei der Selbstherstellung des Schalters verfährt man in der Weise, daß man zuerst die fünf Kontaktknöpfe halbkreisförmig auf einer kleinen Hartgummiplatte von der Größe 60×60 mm befestigt und hierauf den mit einem Hartgummi-Drehknopf versehenen Kontakt-

arm (ähnlich wie dies aus Abbildung 132 auf Seite 84 zu ersehen ist) in eine Bohrung der Platte einsetzt, so daß das Ende der Schleiffeder beim Drehen des Knopfes über die Kontaktknöpfe gleitet. Die Breite

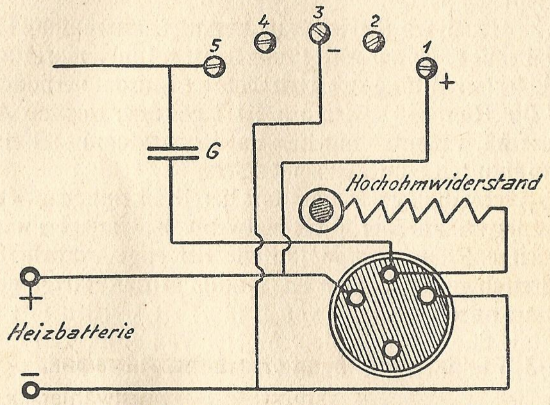


Abb. 221. Schaltbild für die Verwendung des in Abb. 220 gezeigten Linienwählers in Verbindung mit dem Gitterwiderstand und dem Gitterkondensator G.

der Kontaktfeder ist so zu wählen, daß sie die Abstände zwischen zwei Kontaktknöpfen ohne weiteres überbrückt; im andern Fall sinkt die Feder zwischen den Knöpfen durch und klemmt sich fest.

8. Ein „verriegelter" Schalter für die Heiz- und die Anodenbatterie.

Jeder Radioamateur, der Wert darauf legt, seinen Kathodenröhren eine möglichst lange Lebensdauer zu sichern, muß es sich zur Regel machen, beim Anschalten der Batterien immer zuerst die Heiz- und dann erst die Anodenbatterie einzuschalten. Geht man so vor, so

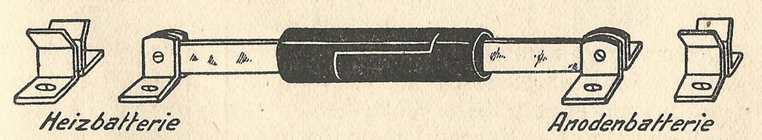


Abb. 222. Ein zweiteiliger Batterieschalter, der die Anschaltung der Anodenbatterie erst gestattet, nachdem die Heizbatterie eingeschaltet ist.

wird eine falsche Verbindung immer noch rechtzeitig bemerkt, ohne daß durch Ausbrennen der Röhren ein nicht mehr zu heilender Schaden entsteht. Da es aber beim Experimentieren mit verwickelten Schaltungen trotz aller Vorsicht leicht vorkommen kann, daß falsche Verbindungen ausgeführt werden und der Radioamateur im Eifer

der Arbeit möglicherweise vergißt, die oben angegebene Vorsichtsmaßregel zu beachten, so sei im folgenden ein einfacher Schalter beschrieben, der ein Einschalten der Anodenbatterie erst dann gestattet, wenn der Heizstrom geschlossen ist.

In Abb. 222 sehen wir den Schalter in Ausschaltstellung. Die beiden Schalthebel sind nach der Mitte umgelegt, wo ihre Hartgummigriffe so ineinandergreifen, daß der Heizschalter auf dem Anodenschalter liegt. Soll die Röhre in Betrieb gesetzt werden, so muß zuerst der Heizschalter nach rechts umgelegt werden, erst dann kann man den Anodenstrom durch Umlegen seines Schalters schließen.

Die Selbstanfertigung des Schalters bereitet keine Schwierigkeiten. Die Grundplatte, auf der die nach Abb. 222 aus 1 mm starkem Messingblech angefertigten Metallteile befestigt werden, kann aus Hartholz bestehen. Die beiden Hartgummigriffe besitzen eine Länge von 35 mm und eine Stärke von 8 mm; sie werden mit der Feile so bearbeitet, daß sie nach dem Muster von Abb. 222 ineinandergefügt werden können und dann zusammen eine Länge von 50 mm besitzen.

9. Schlüsselschalter.

Um die Inbetriebsetzung eines Empfangsgeräts durch unbefugte Hände unmöglich zu machen, empfiehlt sich die Einschaltung eines „Schlüsselschalters“ in einen wichtigen Teil der Strombahn.

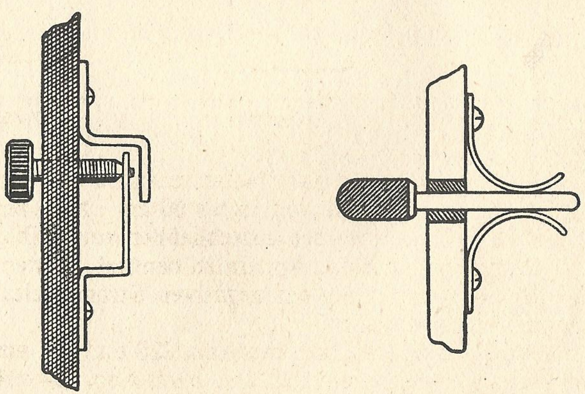


Abb. 223. Schraubbarer Schlüsselschalter. Abb. 224. Schlüsselschalter mit Steckstift.

In den Abb. 223 und 224 sind zwei verschiedene Ausführungsformen derartiger Schalter dargestellt, deren Wirkungsweise ohne weiteres einleuchtet. Der in Abb. 223 gezeichnete Schalter besteht aus einer

mit Hartgummiknopf versehenen Schraube, die beim Einwärtsdrehen gegen zwei mit Platinkontakten armierte Kontaktfedern drückt; sobald sich die Federn berühren, ist der Stromkreis geschlossen. Der in Abb. 224 gezeigte Schalter hat den Vorteil, daß der mit Hartgummiknopf versehene Stift leicht herausgezogen und wie ein Schlüssel in der Tasche mitgeführt werden kann.

Will man den zweiten Schalter ganz raffiniert ausführen, so gibt man dem Kontakt ein nicht leicht nachzuahmendes Profil, dem das Profil des „Schlüssellochs“ entspricht.

10. Verbindungsschnüre mit Kabelschuhen.

Wer viel experimentiert, tut gut daran, eine ganze Reihe Verbindungsschnüre verschiedener Länge herzustellen, die nach Abb. 225 an beiden Enden mit Kabelschuhen versehen werden.

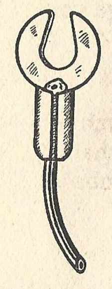


Abb. 225. Verbindungsschnur mit Kabelschuh.

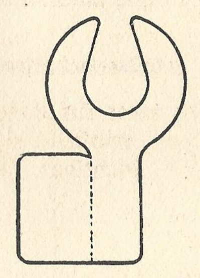


Abb. 226. Offener Kabelschuh.

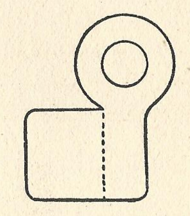


Abb. 227. Ringförmiger Kabelschuh.

Man kauft am besten ein paar Meter rote und ebensoviel grüne Leitungsschnur, die in Stücke von 15 bis 50 cm Länge zerschnitten wird. Die roten Schnüre werden ausschließlich zur Verbindung der positiven Batteriepole mit den Apparaten benützt, während die grünen Schnüre zur Herstellung der negativen Stromzuleitungen und zu sonstigen Zwecken dienen.

Die Kabelschuhe werden nach den Abb. 226 und 227 aus 0,5 mm starkem Messingblech geschnitten und nach Abb. 224 mit den von der Isolierung befreiten Enden der Verbindungsschnüre verlötet. Die in Abb. 226 dargestellten offenen Polschuhe sind insbesondere dann am Platze, wenn ein rasches Auswechseln der Schnüre erforderlich ist, während die ringförmigen Kabelschuhe zur festen Verbindung mit Batterieklemmen, Wandersteckern usw. dienen.

11. Wanderstecker.

Die bekannten „Wanderstecker“, wie sie bei unterteilten Anodenbatterien und angezapften Selbstinduktionsspulen viel verwendet werden, kann man auf folgende Weise selbst anfertigen.

Wir sägen von einer langschäftigen Zylinderkopfschraube ein Stück von 30 mm Länge ab, und zwar so, daß ein etwa 18 mm langes Stück das Gewinde zeigt, während die restlichen 12 mm frei sind. Das freie Stück wird durch Spaltung des Schaftes und Ab-

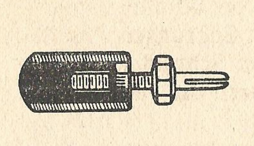


Abb. 228. Wanderstecker.

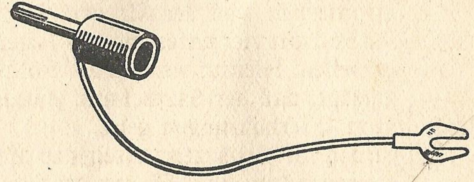


Abb. 229. Verbindungsschnur mit Kabelschuh und Wanderstecker.

rundung des Kopfes zu einem Stecker ausgebildet (vgl. Abb. 228). Sodann werden zwei kleine Schraubenmuttern auf das Gewinde aufgedreht, worauf man den Steckstift nach Abb. 228 mit heißem Siegellack in eine 15 mm lange, 10 mm weite Hartgummiröhre kittet.

Zuletzt wird zwischen die beiden Muttern eine mit Kabelschuhen versehene Leitungsschnur geklemmt, so daß der nunmehr gebrauchsfertige Wanderstecker das Aussehen von Abb. 229 erhält.

12. Ein Klemmenbrett zum Anschluß mehrerer Zuleitungsdrähte.

Das in Abb. 230 dargestellte Klemmenbrettchen, das zur Parallelschaltung von Fernhörern usw. verwendet werden kann, besteht aus zwei mit Längsschlitzen versehenen Messingschrauben, auf die kurze

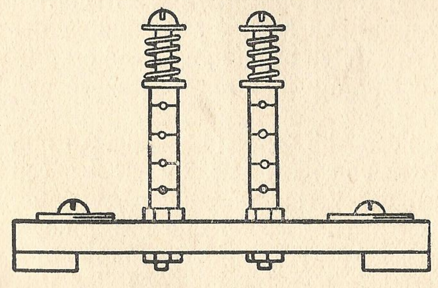


Abb. 230. Klemmenbrett zum Anschluß mehrerer Zuleitungen.

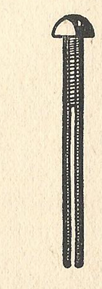


Abb. 231. Messingschraube für das Klemmenbrett.

Stücke einer Spiralfeder und fünf mit Querbohrungen versehene Messingringe geschoben worden sind.

Die Klemmenverbindung kann in einfachster Weise dadurch bewirkt werden, daß man die blanken Enden der Drähte in die Querbohrungen der Ringe steckt, so daß die Drähte durch den Schlitz der Messingschraube hindurchgehen und auf der andern Seite wieder zum Vorschein kommen, wobei die über den Ringen angebrachten Spiralfedern für den erforderlichen Kontaktdruck sorgen.

Zur Selbstherstellung der Ringe ist eine Messingröhre von 6 mm Weite erforderlich, von der wir zwei Stücke von 30 mm Länge abschneiden und mit vier untereinander liegenden Bohrungen von 1 mm Weite versehen. Hierauf werden die Röhren im Schraubstock in der Weise zersägt, daß der Sägeschnitt jeweils durch die Mitte der eingebrachten Querbohrungen geht.

Die beiden mit Schlitzen versehenen Messingschrauben (Abb. 231) besitzen eine Länge von 65 mm und werden unter Zuhilfenahme zweier Muttern auf einer Hartgummiplatte von 7 mm Stärke befestigt. Alles übrige geht aus Abb. 230 deutlich hervor, so daß sich eine nähere Beschreibung erübrigt.

ZEHNTES KAPITEL.

Schaltbretter und Apparatekästen.

1. Der Apparate-Rahmen.

Bei den käuflichen Radiogeräten findet man im allgemeinen zwei verschiedene Anordnungen der Apparate: entweder sind sie in einen verschlossenen Holzkasten eingebaut und nur die zur Abstimmung auf die Sendewelle und zur Regelung des Heizstroms erforderlichen Schaltknöpfe können von außen betätigt werden, oder die Apparate

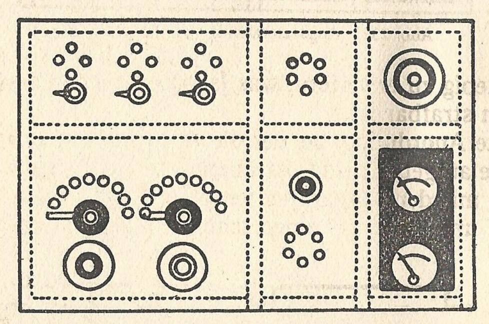


Abb. 232. Apparaterahmen von der Vorderseite.

sind auf einer wagrechten Grundplatte befestigt, eine Anordnung, die vor allem bei Experimentierempfängern fast allgemein üblich ist.

Das erste System hat den Vorzug, daß alles sehr nahe beisammen ist, daß nur ganz wenig Platz zur Aufstellung des Apparats beansprucht wird und daß seine Bedienung in der Regel keine Vorkenntnisse erfordert. Nachteilig erscheint, daß solche Apparate sich zum Experimentieren gar nicht eignen, weil man sich mit der ihnen einmal gegebenen festen Schaltung begnügen muß. Gerade aus diesem Grunde sind in Deutschland nur solche Apparate zum Rundfunkverkehr zugelassen, weil sie ziemlich sichere Gewähr dafür bieten, daß der für diesen Zweck zugestandene Wellenbereich nicht überschritten wird. Der innere geschlossene Schwingungskreis ist ja nicht erreichbar, und wenn dessen höchste Schwingungszahl einer Wellen-

länge von 700 m entspricht, ist es mit einfachen Mitteln nicht möglich, diese Grenze zu überschreiten. Nur einem geschickten Bastler kann es gelingen, durch Veränderung des offenen Schwingungskreises (Hinzuschalten von Kapazität oder Selbstinduktion) und unter Ausnützung der Oberschwingungen des geschlossenen Kreises den Wellen-

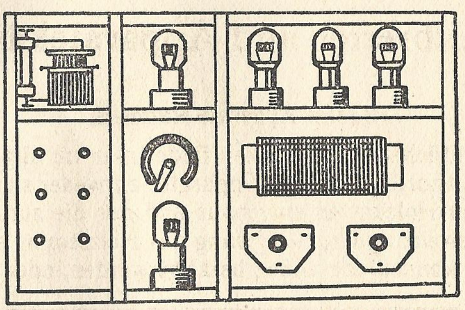


Abb. 233. Apparaterahmen von der Rückseite.

bereich beliebig zu erweitern, was jedoch nach den bestehenden Bestimmungen strafbar ist.

Die zweite Anordnung, bei der die Apparate auf einer wagrechten Grundplatte aufgebaut sind, ist überall da am Platze, wo man Wert darauf legt, mit den Apparaten verschiedenartige Schaltungen auszuprobieren und nicht auf einen schönen Mahagonikasten sieht, der

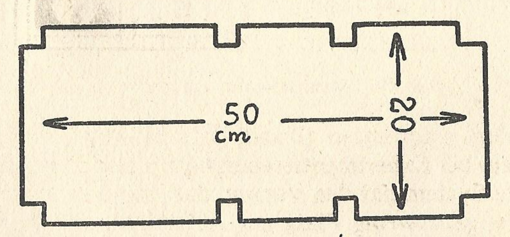


Abb. 234. Einer der Zwischenböden des Apparaterahmens.

den Preis gleich aufs Doppelte hinaufschnellt. — Solange es sich um einfache Schaltungen handelt, ist die Anordnung der Apparate auf horizontaler Grundplatte sehr empfehlenswert, gewährt sie doch eine tadellose Übersicht und gestattet leicht, die Schaltung zu verändern. Für verwickelte Schaltungen ist das System dagegen nicht geeignet; in solchen Fällen wird man besser zu der in den Abb. 232 und 233 dargestellten Rahmenanordnung übergehen, die die Vorteile beider

Systeme in sich vereinigt, da sie die Apparate auf engstem Raume zusammendrängt und trotzdem beliebige Schaltungen in einfachster Weise herzustellen gestattet. Dabei ist der Rahmen samt den eingebauten Apparaten ebenso leicht von einer Stelle zu einer andern zu tragen wie ein Kastenapparat.

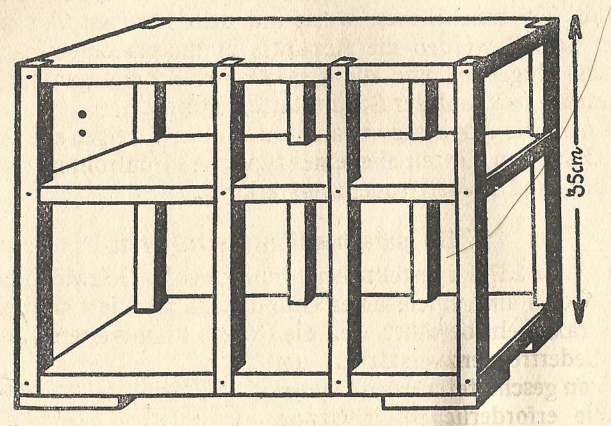


Abb. 235. Der fertige Apparaterahmen ohne die Isolierplatte für die Schaltorgane.

Diese großen Vorteile des Apparaterahmens dürften sicherlich viele Radiobastler dazu veranlassen, bei größeren Empfangsanordnungen ausschließlich die Rahmenanordnung zu verwenden, zumal die Selbstherstellung eines Rahmens sehr einfach ist und kaum mehr Kosten verursacht als die Verwendung einer einfachen Grundplatte.

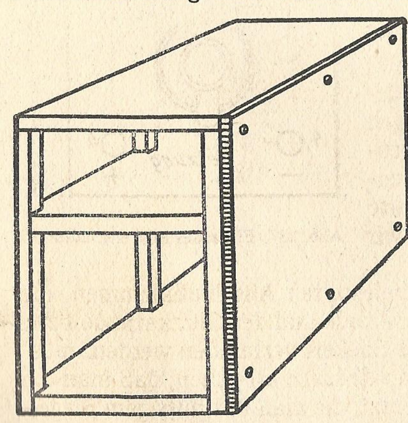


Abb. 236. Der Rahmen mit der aufgeschraubten Isolierplatte für die Schaltorgane.

Die in den Abb. 234 und 235 angegebenen Maßzahlen sollen nur als ungefähre Anhaltspunkte dienen. Die drei Zwischenböden werden nach Abbild. 234 aus 1,5 cm starkem Tannenholz ausgeschnitten, sauber abgehobelt, gebeizt und poliert und hierauf mit den ebenso behandelten senkrechten Leisten, die eine Länge von 36 cm und einen Querschnitt 2×2 cm besitzen, sachgemäß

verleimt; die Verbindungsstellen werden durch Einschlagen feiner Messingstifte gesichert.

Sodann beschaffen wir uns eine 8—10 mm starke Platte aus Isoliermaterial (nach Möglichkeit Hartgummi, doch tut's auch ein billigeres Material), die wir als Schaltplatte verwenden und in der aus Abb. 236 ersichtlichen Weise mit dem Rahmen verschrauben.

Zum Schluß werden die Apparate in die einzelnen Fächer des Rahmens eingebaut und die zugehörigen Schaltorgane, die Meßinstrumente usw. auf der Schaltplatte montiert.

Wie man die Apparate etwa anordnen kann, zeigen die Abb. 232 und 233 mit den Einzelteilen eines typischen Fünfröhrenempfängers mit Hoch- und Niederfrequenzverstärkung.

2. Ein einfaches Röhrenschaltbrett.

Die in Abb. 237 dargestellte Anordnung, bei der Heizwiderstand und Röhrensockel auf gemeinsamer Grundplatte montiert sind, hat sich in der Praxis sehr bewährt, weil die Röhren ohne weiteres als Hoch- und Niederfrequenzverstärker und als Audion geschaltet werden können, wenn die erforderlichen Hilfsapparate (Transformatoren, Hochohmwiderstände, Kondensatoren usw.) hinzugefügt werden.

Der Heizwiderstand wird nach der auf Seite 68ff. gegebenen Anleitung angefertigt, an der aus Abb. 237 ersichtlichen Stelle auf das Grundbrett (Hartholzplatte von 150 × 100 mm) geschraubt und durch zwei in der Luft geführte, blanke Drahtleitungen mit den Anschlußbuchsen des Röhrensockels verbunden. Da man Röhrensockel in guter Ausführung heute sehr billig kaufen kann, sehen wir von deren Selbstanfertigung ab.

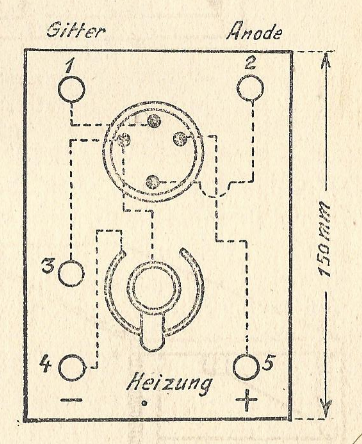


Abb. 237. Einfaches Röhrenschaltbrett.

Die fünf auf dem Grundbrett befestigten Anschlußklemmen, die nach Abb. 237 mit dem Gitter, der Anode und der Glühkathode bzw. den zugehörigen Steckbuchsen des Sockels verbunden werden, müssen gut isoliert sein. Dies kann man dadurch erreichen, daß man die Klemmen in weite Bohrungen einsetzt, die man mit flüssigem Siegellack ausgießt, so daß die Metallteile mit dem Holz gar nicht in Berührung kommen. Noch einfacher ist es, die Klemmen durch kleine

käufliche Glimmerunterlegscheiben vom Holze zu trennen; die Verbindungsschrauben müssen dann natürlich in sehr weiter Bohrung frei durch das Holz nach unten geführt werden.

3. Der Röhrenkasten.

Um die Kathodenröhre vor Stößen zu schützen und Kurzschlüsse nach Möglichkeit zu vermeiden, kann man sie in ein Holzkästchen einschließen, das gleichzeitig zur Aufnahme des Heizwiderstandes dient. In Abb. 238 ist eine derartige Anordnung dargestellt. Die Röhre ist in wagrechter Lage an einer Seitenwand befestigt; ihr gegenüber befindet sich der Heizwiderstand. Um die Röhre bequem auswechseln zu können, empfiehlt es sich, die betreffende Seitenwand vermittelst zweier Scharniere umklappbar anzuordnen. Der Deckel ist mit einer

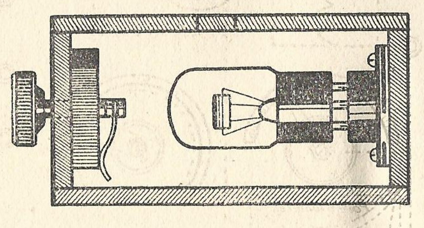


Abb. 238. In einen Kasten eingebaute Röhre samt Heizwiderstand.

Bohrung von 10 mm Weite versehen, so daß die Röhre im Betrieb beobachtet und die Stromstärke nach der Helligkeit des Glühfadens beurteilt werden kann. Einige kleine Luftlöcher in den Seitenwänden bewirken eine gewisse Lüftung, so daß sich die Anordnung nicht übermäßig erhitzen kann.

4. Das Einröhren-Experimentiergerät.

Eine vollständige Experimentieranordnung, die auf einem horizontalen Schaltbrett eine Kathodenröhre, einen Hochohmwiderstand, einen Gitterkondensator, einen Heizwiderstand und ein Potentiometer enthält, zeigt Abb. 239. Die einzelnen Teile können mit Ausnahme der Röhre nach der in den vorhergehenden Kapiteln gegebenen Anleitung selbstangefertigt werden; im folgenden sind nur einige Angaben über die Größenverhältnisse und die Schaltmöglichkeiten der Anordnung gemacht. Die 150 × 125 mm große Grundplatte wird aus einer 6 mm starken Pertinax- oder Hartgummitafel oder einem 12 mm starken Hartholzbrett erstellt. Bei Benützung eines Hartholzbretts müssen die Klemmen isoliert befestigt werden; auch ist das

Brett gut zu paraffinieren und mit Porzellanfüßchen zu versehen. Bei der Verwendung einer Pertinax- oder Hartgummiplatte fallen diese Umständlichkeiten weg; dafür ist der Preis entsprechend höher.

Das Potentiometer besitzt einen Widerstandswert von 300 Ohm und wird nach der Anleitung auf S. 75 ff. angefertigt. Angaben zum Selbstbau von Heizwiderständen finden sich auf S. 68 ff. Die Herstellung des Hochohmwiderstandes, dessen Wert zwischen 0,5 und 3 Megohm veränderlich sein soll, ist auf S. 81 ff. beschrieben. Der Kapazitätswert des Gitterkondensators (s. S. 22) beträgt 250 cm.

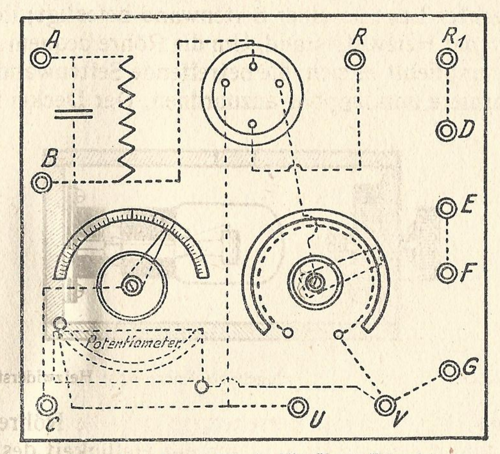


Abb. 239. Anordnung für ein Einröhren-Experimentiergerät mit Röhre, Hochohmwiderstand, Gitterkondensator, Heizwiderstand und Potentiometer.

a. Audionschaltung. Soll die Röhre als Audion (Detektor) geschaltet werden, so sind folgende Verbindungen herzustellen: An die in Abb. 239 mit *U* und *V* bezeichneten Klemmen wird die Heizbatterie angeschlossen. Die Klemmen *A* und *C* sind mit den Abstimmitteln (Drehkondensator, Variometer, Schiebespule usw.) zu verbinden; an die Klemmen *R* und R_1 kann eine Rückkopplungsspule angeschlossen werden, die auf die Antennenspule zurückkoppelt.*) Will man keine Rückkopplung verwenden, so werden die beiden Klemmen

*) Die bei falscher Handhabung der Rückkopplung auf die Antenne entstehenden Unzuträglichkeiten setzen wir als bekannt voraus, ebenso die Wege, sie zu vermeiden. Wer sich darüber unterrichten will, sei auf „Radio für Alle", Bd. I, H. 5 verwiesen, das in dem Aufsatz: „Die Störungen des Funkverkehrs durch Rückkoppelung des Audion-Empfängers und deren Behebung" von Dr. Franz Fuchs alle nötigen Angaben enthält.

R und R_1 durch einen in der Luft geführten blanken Kupferdraht miteinander verbunden. — Die Anodenbatterie wird an die Klemmen D und E geschaltet, der Fernhörer an F und G. Beim Anschließen der Anodenbatterie hat man darauf zu sehen, daß der positive Pol an die Klemme D kommt.

b. Audionschaltung ohne Gitterkondensator und Hochohmwiderstand. Die Zuleitung bei A wird gelöst und an B angelegt. Alle übrigen Verbindungen bleiben bestehen. Die Potentiometer-Einstellung ist bei dieser Schaltung außerordentlich wichtig! Die Schaltung des Fernhörers muß so ausprobiert werden, daß er auf die Seite der Anodenbatterie zu liegen kommt, wo das geringere Potential herrscht, da er hier bedeutend besser arbeitet.

c. Hochfrequenzverstärkerschaltung mit Kristalldetektor. Die Abstimmgeräte verbleiben an B und C. Die Anodenbatterie kommt an F und G (positiver Pol an F). An D und E wird eine Honigwaben- oder Flachspule mit parallelgeschaltetem Drehkondensator angeschlossen, so daß ein Schwingungskreis entsteht, der auf den primären Schwingungskreis (Antennenkreis) abgestimmt werden kann. An die Kondensatorklemme des Sekundärkreises werden Kristalldetektor und Fernhörer in Serie angeschaltet.

5. Praktische Apparatekästen.

In den Abb. 240 bis 242 sind die gebräuchlichsten Formen der für Rundfunkempfänger in Frage kommenden Apparatekästen dargestellt. Für Detektorapparate und ein- bis zweistufige Niederfrequenzverstärker eignet sich insbesondere die in Abb. 240 gezeigte Anordnung, während sich für Audionempfänger mit Hoch- und Niederfrequenzverstärkung das pultförmige Gehäuse nach Abb. 241 und die in Abb. 242 gezeigte Kastenform als praktisch bewährt haben.

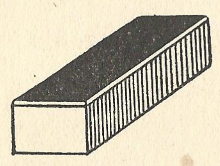


Abb. 240. Für Detektorempfänger und Niederfrequenzverstärker geeignetes Gehäuse.

Zur Selbstherstellung der Kästen wird 12 mm starkes, gut ausgetrocknetes Eichen- oder Nußbaumholz verwendet. Die Wände werden am besten sachgemäß miteinander verzinkt; zur Not genügt aber auch gewöhnliche Verschraubung vermittelst versenkter Messingschrauben. Die den Kasten nach vorn oder oben abschließende Schaltplatte besteht zweckmäßig aus Hartgummi oder Pertinax von 6—8 mm Stärke. Da man nicht überall Hartgummi- oder Pertinaxplatten beliebiger Größe bekommt, sieht man sich am besten zuerst nach einer solchen Platte um und beginnt dann erst mit der Anfertigung des Kastens. Eine Hartgummiplatte wird man

nach Möglichkeit poliert beziehen, da das Polieren von Hartgummi eine nicht ganz einfache Sache ist, die ungeübten Händen selten in zufriedenstellender Weise gelingt.

Wer die Ausgaben für eine Isolierplatte scheut, nimmt eine gut

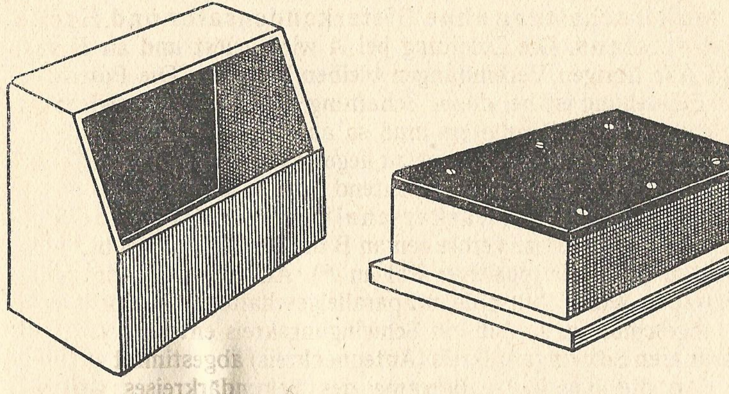


Abb. 241. Pultförmiges Gehäuse für Röhrenempfänger.

Abb. 242. Gehäuse in Kastenform für Röhrenempfänger

ausgetrocknete, paraffinierte Hartholzplatte als Ersatz, muß dann aber alle Anschlußklemmen isoliert befestigen (s. 163 f. S.) und sämtliche Verbindungsleitungen usw. frei verlegen.

Die verschiedenen Montagearbeiten sind im 15. Kapitel erläutert.

ELFTES KAPITEL.

Meßinstrumente.

1. Ein Apparat zur Messung von Lautstärken bei Empfangsversuchen (Parallelohmmessungen).

Der im folgenden beschriebene Meßapparat, der zu Lautstärkemessungen nach der Parallelohmmethode verwendet werden kann, besteht aus einer induktionsfreien Drahtwicklung von 800 Ohm Widerstand, die so unterteilt ist, daß nach Art der Gewichtssätze jeder Wert zwischen 5 und 800 Ohm von 5 zu 5 Ohm hergestellt werden kann. Bei der Messung wird der Apparat im Nebenschluß an die Anschlußklemmen des Fernhörers gelegt, so daß sich die Stromstärke beim Eintritt in den Fernhörer im umgekehrten Verhältnis der Widerstandswerte der beiden dargebotenen Wege teilt. Der Widerstand des Meßapparats muß bei der Messung soweit verringert werden, daß die im Telephon anfänglich sehr deutlich hörbaren Zeichen allmählich leiser werden und schließlich an die Schwelle der Hörbarkeit gelangen. Beträgt dann der im Meßapparat eingeschaltete Widerstand z. B. 150 Parallelohm und ist der Fernhörerwiderstand 4000 Ohm, so kann die Lautstärke nach folgender Formel in einfachster Weise ausgedrückt werden:

$$\text{Lautstärke} = \frac{4000 + 150}{150} = 27{,}6.$$

Ergibt sich bei einer anderen Messung z. B., daß die Zeichen schon bei 400 Ohm im Meßapparat verschwinden, so ist die

$$\text{Lautstärke} = \frac{4000 + 400}{400} = 11,$$

beträgt also weniger als die Hälfte der im ersten Fall erhaltenen Empfangslautstärke.

Das Anwendungsgebiet eines derartigen Meßinstruments ist außerordentlich mannigfaltig. Man kann damit z. B. bei Verwendung eines bestimmten Empfangsgeräts (Antenne, Fernhörer, Apparat) die Empfangslautstärke der verschiedensten Sender vergleichen, kann leicht feststellen, was es ausmacht, wenn man bei Tag oder bei Nacht empfängt (bei Nacht sind bekanntlich die Reichweiten bedeutend

größer), kann in einfachster Weise die von einer Nieder- oder Hochfrequenzverstärkerröhre bewirkte Lautverstärkung bestimmen usw. Ein solches Instrument leistet dem experimentierenden Radioamateur also sehr wertvolle Dienste, und die geringe Mühe der Selbstanfertigung macht sich reichlich bezahlt.

Der Bau des Apparats beginnt mit der Herstellung des in Abb. 243 gezeigten Kästchens, das aus 6 mm starkem Laubsägeholz angefertigt und mit einer Hartgummideckplatte von 5 mm Stärke versehen wird. Zur Befestigung der Hartgummiplatte werden im Innern des Kästchens 5 mm unterhalb des Randes kleine Leisten angenagelt, mit denen man die Platte später von oben her verschraubt. Das Kästchen wird mit Glaspapier sauber abgeschliffen, mit Nußbaumbeize behandelt und nach dem Trocknen mit Tischlerpolitur poliert.

Zur Herstellung der Widerstandswicklung benötigen wir 16 m Nickelindraht von 0,1 mm Stärke, doppelt mit Seide umsponnen, der

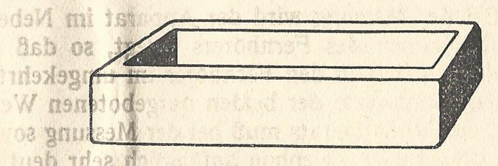


Abb. 243. Das Kästchen für den Widerstandssatz.

einen Gesamtwiderstand von 800 Ohm besitzt. Es sind also pro Ohm 2 cm Nickelindraht erforderlich. Der Draht wird in 10 Stücke zerschnitten, und zwar benötigen wir 3 Stücke von genau 4 m, 1 Stück von 2 m, 1 Stück von 1 m, 1 Stück zu 40 cm, 2 Stücke zu 20 cm und 2 Stücke zu 10 cm Länge.

Von den 10 Drahtstücken werden nun je 5 auf einen paraffinierten Kartonstreifen von 100 mm Länge und 20 mm Breite aufgewickelt, und zwar in der Weise, daß jedes Drahtstück doppelt genommen und die Wicklung mit dem geknickten Ende begonnen wird. Diese sogenannte „bifilare" Wicklung ist immer dann am Platze, wenn ein Draht induktionsfrei aufgewickelt werden soll.

Auf den einen Streifen kommen nach Abb. 248 die drei 4 m langen Stücke (je 200 Ohm), sowie die Stücke von 2 m (100 Ohm) und 1 m (50 Ohm) Länge. Der zweite Streifen nimmt die fünf kurzen Stücke auf.

Die Enden der einzelnen Wicklungen werden mehrmals durch ein in den Kartonstreifen eingestochenes Loch gezogen und so daran befestigt, daß noch etwa 10 cm lange Enden freibleiben.

Unsere nächste Aufgabe ist die Herstellung der Kontaktplättchen. Wir schneiden aus 1,5 mm starkem Messingblech zwei Streifen von 80 mm Länge und 10 mm Breite, die wir nach Abb. 244 mit 6 Bohrungen von 2 mm Weite versehen und mit der Laubsäge den gestrichelten Linien entlang auseinandersägen. Der Sägeschnitt soll jedesmal genau durch die Mitte der angebrachten Bohrungen gehen. Die Kontaktplättchen werden nach Abb. 245 auf die Isolierplatte des Kästchens geschraubt. Der gegenseitige Abstand darf nur so groß sein, daß die Bohrungen ihre runde Form nicht verlieren. Die Hartgummiplatte wird in der Mitte der Löcher durchbohrt; die Bohrungen werden mit Hilfe kleiner Schlüsselbartfeilen sauber ausgearbeitet, und zwar so, daß sie sich nach unten ein wenig erweitern.

Weiter stellen wir aus 2,5 mm starkem Messingdraht nach Abb. 246 zehn kleine Kontaktstöpsel her, die konisch zugefeilt und mit Hart-

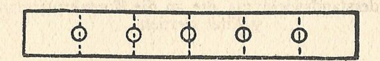


Abb. 244. Der Messingstreifen zur Herstellung der Kontaktplättchen.

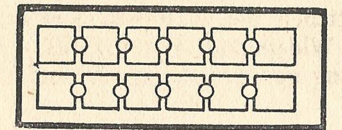


Abb. 245. Wie die Kontaktplättchen auf der Deckplatte des Widerstandskästchens angeordnet werden.



Abb. 246. Kontaktstöpsel für den Widerstandssatz.

gummiknöpfen versehen werden. Zum Konischfeilen legt man den Messingstift mit der Flachzange in das 1,5 mm weit geöffnete Maul des Schraubstocks, worauf man den Stift unter beständigem Drehen mit der Schlichtfeile bearbeitet.

Als letzte Aufgabe bleibt noch übrig, die Verbindung der Widerstandswicklungen mit den Kontaktplättchen herzustellen. Die Kontakte werden zu diesem Zwecke von der Deckplatte losgeschraubt, worauf man diese Platte nach Abb. 247 mit 12 Bohrungen versieht. Durch diese Bohrungen werden die Enden der Widerstandswicklungen von unten her durchgezogen, so daß man sie an die Rückseite der Plättchen löten kann, was unter Verwendung eines leicht schmelzenden Lotes mit dem Spitzkolben geschieht (vgl. Abb. 247). Hernach schraubt man die Kontaktplättchen wieder an, verbindet das Plättchen 6 der ersten Reihe unmittelbar mit dem Plättchen 7 (dem

ersten Plättchen der zweiten Reihe) durch einen 1 mm starken Kupferdraht, setzt die mit Draht bewickelten Kartonstreifen in das Holzkästchen und schraubt die Hartgummiplatte an ihre Stelle. Sodann steckt man die Kontaktstöpsel zwischen die Plättchen, an denen sie sich etwa 10 mm unterhalb des Knopfes festklemmen sollen, so daß eine gute leitende Verbindung besteht.

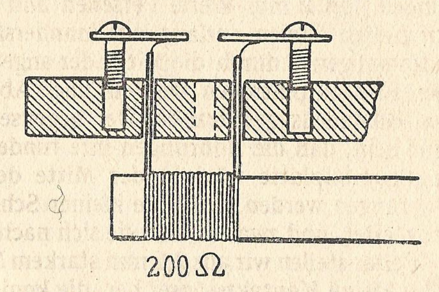


Abb. 247. Teil der Deckplatte des Widerstandskästchens mit den Bohrungen für die Enden der Widerstandswicklung, die an die Kontaktplättchen gelötet werden.

Zum Gebrauch wird der Apparat mit den Plättchen 1 und 12, die man mit passenden Anschlußklemmen versieht, an die Telephonklemmen gelegt. Anfänglich sind sämtliche Kontaktstöpsel ausgezogen, so daß der Gesamtwiderstand von 800 Ohm eingeschaltet ist, was keine wesentliche Schwächung der im Fernhörer vernehmbaren Zeichen hervorruft. Nacheinander werden sodann die Kontaktstöpsel zwischen die Plättchen der hohen Widerstandswerte eingesteckt, wodurch der Widerstand auf 600, 400 und 200 Ohm sinkt. Die Feineinstellung geschieht in der Weise, daß

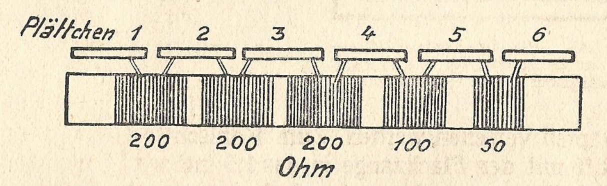
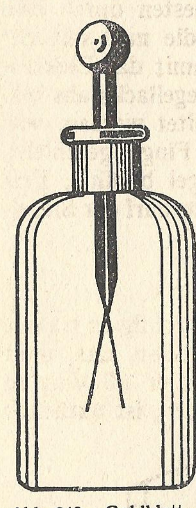


Abb. 248. Die Kontaktplättchen 1—6 mit den angelöteten Widerstandswicklungen, um die Verbindung der Widerstandsspulen mit den einzelnen Plättchen zu zeigen.

auch die Plättchen der niederen Widerstandswerte kurzgeschlossen werden. Der Wert des jeweils eingeschalteten Widerstandes kann in einfachster Weise dadurch ermittelt werden, daß man die Werte der durch Einstecken von Kontaktstöpseln kurzgeschlossenen Widerstandswicklungen vom Gesamtwiderstand (= 800 Ohm) in Abzug bringt. Um ein bequemes Arbeiten zu ermöglichen, bringt man auf dem Schaltbrett zweckmäßig eine kleine Papierskala an, auf der die Widerstandswerte vermerkt sind.

2. Ein Goldblatt-Elektroskop zur Prüfung von Isoliermaterialien.

Das im folgenden beschriebene Goldblatt-Elektroskop besteht aus einer Glasflasche, in deren Hals ein Messingstab von 100 mm Länge in der Weise eingekittet ist, daß sich ein Stück von etwa 70 mm Länge innerhalb und ein solches von 30 mm Länge außerhalb der Flasche befindet. Der Stab, der oben eine Metallkugel von 10 mm Durchmesser trägt, läuft an seinem Ende in eine meißelförmige Schneide aus, an die man zwei dünne Goldblätter angeklebt hat (Abb. 249).


Abb. 249. Goldblatt-Elektroskop.

Wird dem isoliert befestigten Metallstab auf irgendeine Weise, etwa durch eine geriebene Siegellackstange, eine elektrische Ladung erteilt, so spreizen sich auf Grund des bekannten Gesetzes über die Abstoßung gleichnamiger Elektrizitäten die am freien Ende befestigten Goldblätter weit auseinander. In der gespreizten Lage verbleiben sie bei trockener Luft stundenlang, weil der Elektrizität keinerlei Gelegenheit gegeben ist, sich auszugleichen.

Diese Eigenschaft des Goldblatt-Elektroskops gibt uns ein sehr bequemes Mittel in die Hand, die Isolierfähigkeit der verschiedensten Materialien zu prüfen. Wir nehmen z. B. eine gewöhnliche Glasröhre (die wir, um jede Spur einer durch zufälliges Reiben entstandenen elektrischen Ladung zu beseitigen, mehrmals rasch durch eine Flamme ziehen) und berühren damit die Kugel des geladenen Elektroskops. Tritt daraufhin schon nach kurzer Zeit eine wesentliche Annäherung der gespreizten Blätter ein, so ist mit Sicherheit anzunehmen, daß der Glasstab eine nur mangelhafte Isolierfähigkeit besitzt, während ein Glasstab, bei dem die Berührung ohne jeden Einfluß auf die gespreizten Blätter bleibt, sicherlich vorzüglich isoliert.

Um das Elektroskop anzufertigen, verschaffen wir uns als erstes eine Flasche aus gut isolierendem, möglichst vollkommen weißem Glase. Sodann schneiden wir von einem 3 mm starken Messingdraht ein Stück von 100 mm Länge ab, hämmern das eine Ende mit dem Hammer platt und feilen es meißelförmig zu. Hierauf besorgen wir uns vom Buchbinder ein Stück echtes Blattgold, von dem wir mit der Schere zwei Streifen von 25 mm Länge und 3—4 mm Breite abschneiden, um sie mit Eiweiß an dem meißelförmigen Ende des

Messingstabs anzukleben. Sind wir so weit, so muß der Messingstab von unten her durch einen durchbohrten Korkzapfen gesteckt werden, den man darauf so tief in den Hals der Flasche drückt, daß der Flaschenrand den Kopfzapfen um mindestens 5 mm überragt. Der Raum über dem Zapfen wird mit flüssigem Siegellack oder flüssigem Schwefel ausgegossen. Zuletzt lötet man eine 10 mm große Messingkugel auf das obere Ende des Stabes. Ist keine solche Kugel aufzutreiben, so kann man sich dadurch helfen, daß man das Ende des Stabes mit der Feile sorgsam rundet, was natürlich schon vor dem Einkitten des Korkzapfens geschieht.

Das Aufladen des Elektroskops geschieht am besten durch eine an einem Wollappen geriebene Siegellackstange, die man mit der Kugel des Elektroskops in Berührung bringt. Damit das Elektroskop die Ladung auch nach dem Entfernen des Siegellackstabs beibehält, muß die gleichnamige Elektrizität abgeleitet werden, was durch kurzes Betupfen des Messingstabes mit dem Finger geschieht, und zwar während die Siegellackstange die Kugel berührt. Erst nachdem die gleichnamige Elektrizität abgeleitet ist, darf der Siegellackstab entfernt werden.

3. Ein einfaches Voltmeter.

Jeder Radioamateur weiß, wie außerordentlich wichtig es ist, die Akkumulatorenbatterien rechtzeitig wieder aufzuladen, das heißt dann, wenn die Spannung der einzelnen Zellen unter 1,8 Volt zu sinken beginnt. Diesen Zeitpunkt genau festzustellen, ist natürlich nur möglich, wenn ein geeignetes Meßinstrument zur Verfügung steht, mit dessen Hilfe man die Spannung jederzeit kontrollieren kann. Ein geeignetes, mit geringem Kostenaufwand selbst herstellbares Voltmeter, das sich in der Praxis gut bewährt hat, ist nachfolgend beschrieben:

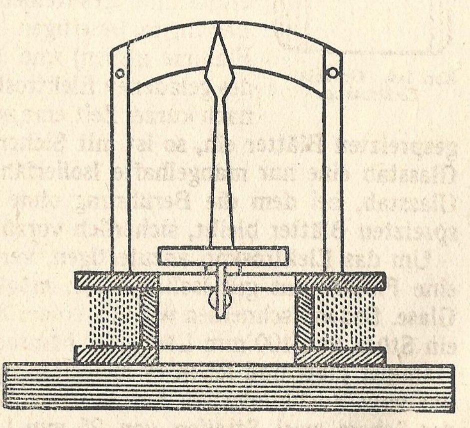


Abb. 250. Einfaches Voltmeter zur Messung der Heizbatteriespannung, teils im Schnitt.

Wie Abb. 250, ein Schnitt durch das Instrument, zeigt, besteht es im wesentlichen aus einer Drahtspule, in de-

ren Höhlung ein etwa 30 mm langer polarisierter Anker unter geringer Reibung drehbar aufgehängt ist. Der Anker steht mit einem leichten Zeiger in Verbindung, dessen Spitze beim Betrieb eine an einem kleinen Messinggestell befestigte Skala bestreicht. Zur Regulierung der Empfindlichkeit des Instruments dient ein Bleikügelchen, das längs einer Metallspindel verschraubt werden kann; auf diese Weise läßt sich der Schwerpunkt des ganzen Zeigerwerks verlegen.

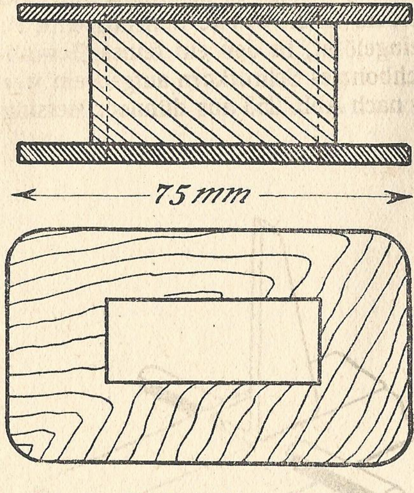


Abb. 251. Die Spule für das Voltmeter, Seitenansicht und Draufsicht

Wir beginnen mit der Anfertigung einer Holzspule aus 5 mm starkem Laubsägeholz (vgl. Abb. 251), deren Einzelteile, da zum Bau eines genau arbeitenden Meßinstruments dieser Art keinerlei Eisenteile (Nägel, Schrauben usw.) verwendet werden dürfen, entweder verleimt oder durch kleine Messingstifte miteinander verbunden werden müssen.

Die fertiggestellte Spule wird mit 80 m Kupferdraht von 0,2 mm Stärke, doppelt mit Baumwolle umsponnen, bewickelt. Zur Erleichterung der Wickelarbeit wird jede fertiggestellte Lage mit einem Blatt Paraffinpapier umgeben. Am Anfang und Ende der Wicklung müssen etwa 30 cm lange Drahtstücke freibleiben.

Zur Herstellung des Ankers benötigen wir ein Stück Werkzeugstahl von 5×5×30 mm, das wir durch vorsichtiges Ausglühen weich machen und sodann nach Abb. 252 mit 2 Bohrungen von 1 mm Weite versehen. Die eine Bohrung geht genau quer durch die Mitte des Stäbchens, während die andere von unten her eingebohrt

Abb. 252. Teil des Ankers mit den beiden senkrecht aufeinander stehenden Bohrungen, etwa aufs Doppelte vergrößert.

wird, senkrecht auf der ersten steht und in diese mündet. In die erste Bohrung wird nach erneuter Härtung und sorgsamer Magnetisierung des Stäbchens eine feine Nähnadel sauber eingelötet, deren beide Enden man dann mit der Kneifzange so abnimmt, daß etwa 8 mm lange Zapfen stehen bleiben. In die zweite Bohrung wird ein 1 mm starker Messingdraht eingelötet, in den ein feines Gewinde geschnitten ist, so daß ein durchbohrtes Schrotkorn aufgedreht werden kann. Der Zeiger, den wir nach Abb. 253 aus dünnem Messing-

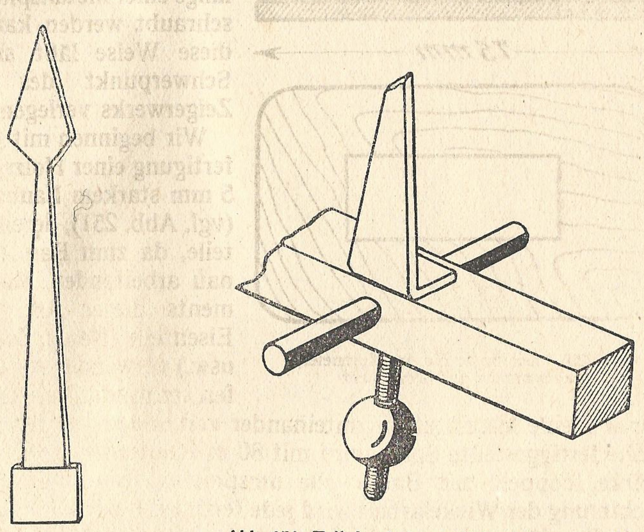


Abb. 253. Der aus Messingblech geschnittene Zeiger, vergrößert.

Abb. 254. Teil des Ankers mit der Achse, dem Reguliergewicht und dem unteren Ende des Zeigers, etwa aufs Doppelte vergrößert.

blech schneiden, wird in der aus Abb. 254 ersichtlichen Weise mit dem Anker verlötet.

Ist unsere Arbeit so weit gediehen, so kann mit der Anfertigung der Lager für das Zeigerwerk begonnen werden. Als Lager dienen zwei aus dünnem Messingblech gebogene Lagerböcke, die eine Höhe von 10 mm besitzen (vgl. Abb. 255). Damit keine große Zapfenreibung entsteht, kitten wir an den aus Abb. 255 ersichtlichen Stellen an die zurückgebogenen Enden der Lagerböcke kleine Glasplättchen an. Am besten eignen sich für diesen Zweck die dünnen Deckgläser, die man beim Mikroskopieren benutzt. Die fertigen Lagerböcke werden nach Abb. 255 auf die Drahtspule geschraubt; hernach hängt man

das Zeigerwerk ein und prüft, ob sich der Zeiger spielend leicht hin- und herbewegt.

Schließlich wird die Drahtspule auf ein 100×80 mm großes Grundbrett geschraubt, auf dem man auch den aus 1 mm starkem Messingblech angefertigten Skalenträger (dicht hinter der Spule) befestigt (vgl. Abb. 250).

Die freien Enden der Spulenwicklung werden auf einer Stricknadel zu Spiralen gedreht und mit zwei Anschlußklemmen verbunden.

Die Eichung des fertigen Instruments wird mit Hilfe des auf Seite 72ff. beschriebenen Potentiometers unter Benützung zweier Akkumulatorenzellen und eines genauen Vergleichsvoltmeters vorgenommen. Die beiden Sammler werden hintereinandergeschaltet. Darauf wird die Spannung mit Hilfe des Potentiometers so ein-

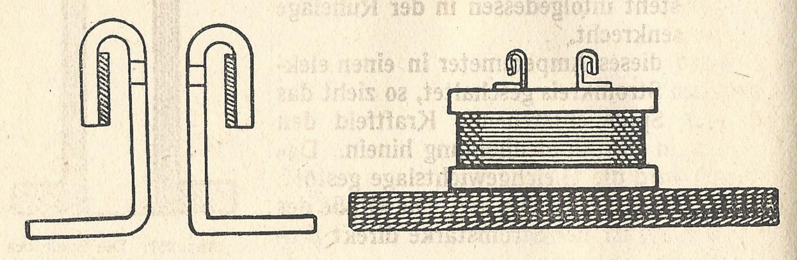


Abb. 255. Die Lagerböcke für das Zeigerwerk, vergrößert.

Abb. 256. Die auf dem Grundbrett befestigte Spule mit den Lagerböcken.

reguliert, daß sie genau drei Volt beträgt, was an dem im Nebenschluß liegenden Vergleichsinstrument abgelesen werden kann. Jetzt schalten wir das Vergleichsvoltmeter ab und legen dafür das selbstgefertigte Instrument in den Stromkreis. Der Zeiger wird sofort kräftig nach der einen Seite ausschlagen. Mit Hilfe der an der Metallspindel verschraubbaren Bleikugel wird die Weite des Ausschlags so geregelt, daß der Zeiger bei der eingestellten Spannung (3 V) nur wenige Millimeter vom Rande der Skala entfernt einspielt. Diese Stelle wird durch einen Bleistiftstrich gekennzeichnet. Nun wird mit Hilfe des Potentiometers und des Vergleichsinstruments die Spannung nacheinander auf 2½, 2, 1½, 1 und ½ Volt eingestellt und jeder einzelne Punkt auf der Skala des selbstgefertigten Instruments angezeichnet. Die Zwischenpunkte bis herab zu Null lassen sich dann sinngemäß ergänzen.

Durch Vertauschen der Zuleitungsdrähte am Voltmeter wird eine Ablenkung des Zeigers nach der andern Seite bewirkt; auf diese Weise kann die Gradteilung auch hier eingetragen werden.

4. Der Bau eines Amperemeters.

Das im folgenden beschriebene Amperemeter, das zur Stromstärkemessung an Gleich- und Wechselstromnetzen verwendet werden kann, gehört zur Gruppe der Weicheiseninstrumente. Es besteht in der Hauptsache aus einer mit dickem Kupferdraht bewickelten Holzspule, in deren Höhlung ein kleiner, aus Eisenblech angefertigter Anker schwebt. Der Anker ist am einen Ende eines zweiarmigen Hebels aufgehängt, auf der andern Seite des Hebels greift eine kleine Spiralfeder an, die dem Ankerplättchen bei ruhendem Instrument das Gleichgewicht hält. Der am Drehpunkt des Hebels angelötete Zeiger steht infolgedessen in der Ruhelage genau senkrecht.

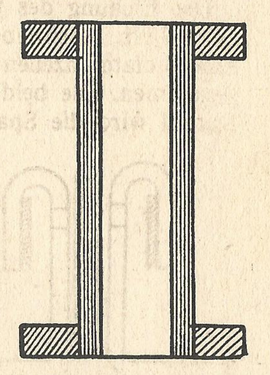


Abb. 257. Die Spule des Amperemeters im Schnitt.

Wird dieses Amperemeter in einen elektrischen Stromkreis geschaltet, so zieht das in der Spule entstehende Kraftfeld den Anker in die Spulenhöhlung hinein. Dadurch wird die Gleichgewichtslage gestört, und der Zeiger schlägt aus. Die Größe des Ausschlags ist der Stromstärke direkt proportional.

Die Selbstherstellung des Instruments bereitet keine Schwierigkeiten. Wir fertigen zuerst nach Abb. 257 eine Spule aus Pappe und Laubsägeholz an, die wir mit 5 m Doppelbaumwoll-Kupferdraht von 1,5 mm Stärke bewickeln. Im Notfall kann als Spule übrigens auch eine größere Garnrolle Verwendung finden, nur muß man eine Rolle aussuchen, deren Wandstärke möglichst gering ist.

Als Anker dient ein aus 1 mm starkem Weißblech gebogenes Zylinderchen von etwa 35 mm Länge und 8 mm Durchmesser, das nach Abb. 258 mit einem Aufhängebügel versehen wird.

Das Zeigerwerk, an dem der Anker aufgehängt wird, besteht zur Hauptsache aus einem Wagebalken aus 1 mm starkem Messingblech, der mit einer Querbohrung von 2,5 mm Weite versehen wird. In die Bohrung wird ein Messingröhrchen von 10 mm Länge und 1,5 mm Lichtweite so eingelötet, daß der Hebel später um eine Achse drehbar angeordnet werden kann. Der Zeiger wird aus dünnem Messingblech geschnitten und mit dem Wagebalken verlötet.

Beim Zusammenbau des Instruments wird zuerst die Drahtspule auf eine Hartholzplatte von 12 mm Stärke geschraubt. Sodann wird

der Wagebalken auf einen in das Grundbrett eingedrehten Messingstift so aufgesetzt, daß der Anker bei wagrecht stehendem Wagebalken 5—10 mm in die Höhlung der Spule taucht. Am andern Ende des Wagebalkens wird eine weiche Spiralfeder eingehängt, deren Zug so ausgeglichen werden muß, daß der Wagebalken sich horizontal einstellt und der Zeiger ohne Reibung vor der oben befestigten Skala spielt (Abb. 259).

Um ein Verstauben des Apparats zu verhüten, wird er in ein passendes, mit einem Glasfenster versehenes Holzgehäuse eingebaut.

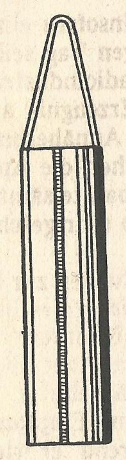


Abb. 258. Der Anker des Amperemeters, ein Zylinderchen aus dünnem Weißblech, oben der Aufhängebügel; etwas vergrößert.

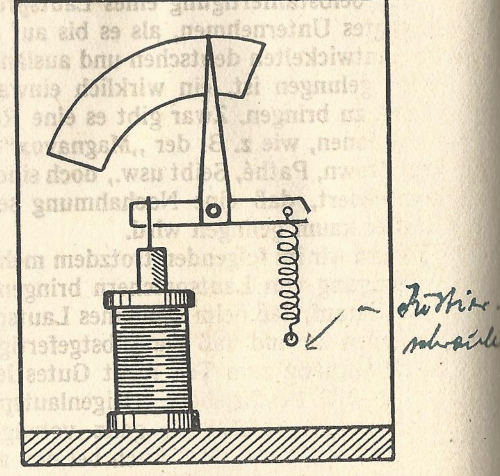


Abb. 259. Das fertige Amperemeter ohne Gehäuse, halb schematisch.

Die Eichung wird in ähnlicher Weise vorgenommen wie beim Voltmeter (s. S. 176). Die Stromstärke wird mit Hilfe eines Regulierwiderstands nacheinander so eingestellt, daß ein in den Hauptstromkreis gelegtes Vergleichsinstrument 1, 1½, 2, 2½ und 3 Ampere anzeigt. Auf der Skale des selbstgebauten Instruments, das mit dem Vergleichsinstrument in den Stromkreis geschaltet wird (Hintereinanderschaltung), werden die einzelnen Haltepunkte vermerkt, worauf man nach beendeter Messung die Skala sinngemäß ergänzt.

Durch Einhängen einer Spirale von größerer oder kleinerer Federkraft kann der Meßbereich des Instruments vergrößert oder verringert werden.

ZWÖLFTES KAPITEL.

Lautsprecher.

Die Selbstanfertigung eines Lautsprechers ist insofern ein etwas gewagtes Unternehmen, als es bis auf den heutigen Tag selbst der hochentwickelten deutschen und ausländischen Radioindustrie noch nicht gelungen ist, ein wirklich einwandfreies Erzeugnis auf den Markt zu bringen. Zwar gibt es eine Reihe guter Annäherungskonstruktionen, wie z. B. der „Magnavox"-Lautsprecher, die Apparate von Brown, Pathé, Seibt usw., doch sind diese Apparate sämtlich so kompliziert, daß eine Nachahmung selbst einem sehr geschickten Bastler kaum gelingen wird.

Wenn wir im folgenden trotzdem mehrere Anleitungen zur Selbstanfertigung von Lautsprechern bringen, so geschieht dies im Hinblick darauf, daß beim Bau eines Lautsprechers außerordentlich viel zu lernen ist und daß die selbstgefertigten Apparate vor allem bei Musikempfang zum Teil recht Gutes leisten. So arbeitet z. B. der auf S. 180 beschriebene Geigenlautsprecher beim Empfang von Streichmusik tatsächlich ganz vorzüglich, während er sich für Sprache weniger eignet. Auch bei den andern Konstruktionen wird man feststellen, daß die verhältnismäßig einfachen Musikschwingungen viel deutlicher zum Ausdruck kommen, als die ungemein komplizierten Sprachschwingungen, denen die träge Membran vielfach nicht genügend rasch zu folgen vermag.

1. Das Grammophon als Lautsprecher.

Die Benützung eines vorhandenen Grammophons als Lautsprecher ist in Amateurkreisen dank der außerordentlichen Einfachheit dieses Verfahrens und der damit erzielbaren recht hübschen Erfolge sehr beliebt. Begnügt man sich mit einer geringen Verstärkung, so braucht man nur einen einfachen Fernhörer an Stelle der Membrankapsel auf die Schalldose des Grammophons zu legen, um sogleich die Radiomusik einem größeren Zuhörerkreis vernehmbar machen zu können. Empfehlenswert ist es, die Wirkung des Telephonmagneten durch Aufsetzen eines Zusatzmagneten zu verstärken, was am besten

in der aus Abb. 260 ersichtlichen Weise geschieht. Selbstverständlich muß man dabei darauf sehen, daß der Nordpol des Zusatzmagneten auf den Nordpol des Telephonmagneten zu liegen kommt; im andern Fall wird keine Stärkung, sondern nur eine Schwächung des Telephonmagneten hervorgerufen.



Abb. 260. Durch einen Zusatzmagneten verstärkter und dadurch zum Gebrauch im Grammophonlautsprecher tauglich gemachter Kopfhörer.

Soll der Grammophonlautsprecher in sachgemäßer Weise so ausgeführt werden, daß er hinsichtlich der Lautstärke einem käuflichen Lautsprecher nicht nachsteht, so müssen wir folgendermaßen vorgehen: Wir nehmen einen einfachen Fernhörer von zweitausend Ohm Widerstand und löten in der Mitte seiner Membran, die wir durch Abschrauben der Hörmuschel freigelegt haben und herausnehmen, unter sparsamster Verwendung von Lötzinn einen etwa 1 mm starken Messingstift fest. Der Fernhörer wird dann wieder zusammengesetzt und der Stift mit dem freien Ende in die Einspannvorrichtung des Grammophons, in die sonst die Grammophonstifte eingesetzt werden, geklemmt. Der Fernhörer darf dabei natürlich nicht in der Luft hängen, sondern muß stabil auf dem Grammophon befestigt werden, denn sonst wird infolge der Reaktionswirkung nur ein Teil der Schwingungsenergie der Fernhörermembran auf die Glimmermembran des Grammophons übertragen.

2. Ein Geigen-Lautsprecher.

Bei dem in Abb. 261 dargestellten Violinen-Lautsprecher, der sich insbesondere zur Wiedergabe von Instrumentalmusik eignet, wird zur Lautverstärkung der Resonanzboden einer Geige oder eines ähnlichen Musikinstrumeuts (Cello, Laute, Mandoline usw.) verwendet. Die Membranschwingungen eines 2000 Ohm-Fernhörers werden mit Hilfe eines elastischen Holzstäbchens auf den Steg des Resonanzbodens übertragen, so daß dieser in kräftige Mitschwingungen gerät, und Musik und Sprache deutlich vernehmbar werden.

Das Übertragungsstäbchen wird nach Abb. 262 aus dünnem Laubsägeholz geschnitten und mit dem gegabelten Ende so auf den Steg gesetzt, daß die Spitze die Membran des am Instrument festgeschraubten Fernhörers leicht berührt. Die Befestigung des Fern-

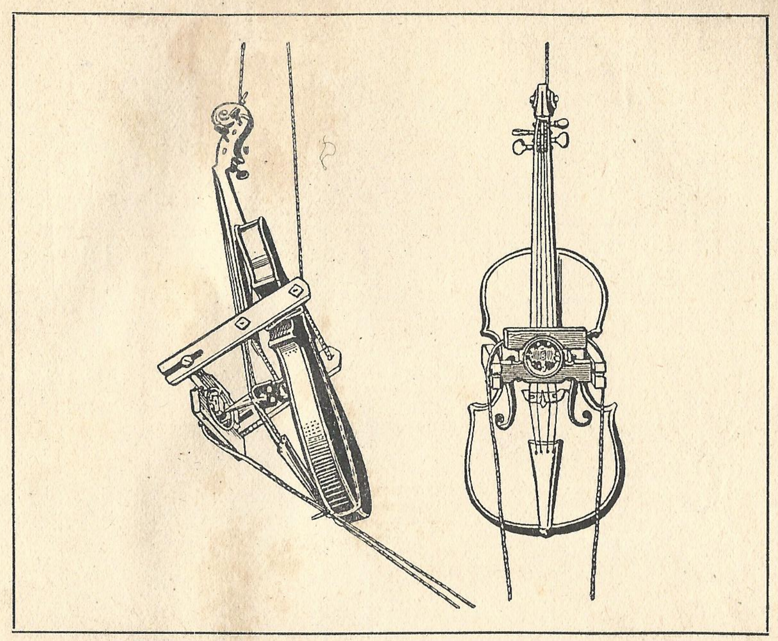


Abb. 261. Zum Gebrauch als Lautsprecher hergerichtete Geige, von der Seite und von vorn gesehen; statt einer Geige kann man auch ein Cello, eine Laute, Mandoline usw. verwenden.

hörers geschieht am einfachsten unter Verwendung einer nach Abb. 261 angefertigten Einspannvorrichtung. Der günstigste Wert des Drukkes, unter dem das Übertragungsstäbchen auf der Fernhörermembran ruht, muß durch Versuche ermittelt werden. Beim Betrieb wird die Geige am besten mit zwei oder drei Schnüren an der Decke aufgehängt. Um ein Mitschwingen der Saiten zu vermeiden (was unter Umständen zu Klangverzerrungen Anlaß geben könnte), empfiehlt es sich, sie bis auf etwa zwei, die zum Festhalten des Steges erforderlich sind, abzunehmen.

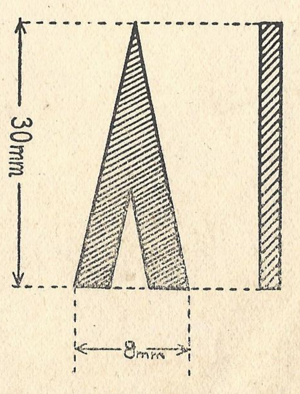


Abb. 262. Übertragungsstäbchen für den Geigenlautsprecher.

3. Ein elektromagnetischer Lautsprecher.

Wie schon eingangs bemerkt, stellt die Selbstanfertigung eines richtigen

Lautsprechers hohe Anforderungen an die Geschicklichkeit, die Geduld und die Ausdauer des Bastlers. Wer aber vor etwaigen Mißerfolgen nicht zurückschreckt, wird, vorausgesetzt, daß er mit der erforderlichen Sachkenntnis an die Arbeit geht und mit dem nötigen

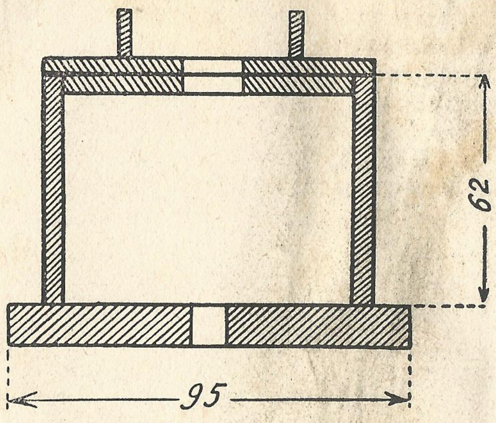


Abb. 263. Das aus einem Stück Gasrohr angefertigte Gehäuse für den Elektromagneten.

Handwerkszeug ausgerüstet ist, sicher zum Ziele kommen. Eine gute Vorbedingung für das Gelingen der Arbeit ist die genaue Kenntnis der Grundgesetze der Lautsprechertechnik; auch empfiehlt es sich, die bisher auf den Markt gekommenen käuflichen Konstruktionen, z. B. den Apparat von Brown (dessen Selbstanfertigung ausge-

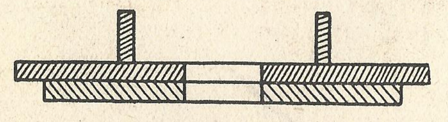


Abb. 264. Der Deckel des Magnetgehäuses.

schlossen ist), den trichterlosen Apparat von Seibt u. a., an Hand ausführlicher Beschreibungen genau zu studieren.

Der Apparat, dessen Selbstanfertigung im folgenden beschrieben wird, ist eine ziemlich getreue Nachbildung des „Magnavox"-Lautsprechers der British Wireless Co. (London).

a) Die Herstellung des Gehäuses für den Elektromagneten. Zur Herstellung des Gehäuses, das in Abb. 263 gesondert dargestellt ist, benötigen wir ein $3\frac{1}{2}$ zölliges Gasrohr, von dem wir mit Hilfe einer Metallsäge ein Stück von 62 mm Länge abschneiden.

Dabei ist ganz besonders darauf zu achten, daß die beiden Sägeschnitte vollkommen eben verlaufen. Am besten ist es daher, wenn man das Rohr auf die Drehbank aufspannen und ein Stück von der angegebenen Länge abstechen kann. Die obere und untere Kante müssen vollkommen eben gefeilt werden, so daß der so erhaltene Ring auf eine kreisrunde Scheibe von 95 mm Durchmesser von unten her aufgeschraubt werden kann. Diese Scheibe wird aus 5—6 mm starkem Eisenblech ausgemeißelt, am Rande sauber befeilt und mit einer zentrischen Bohrung von 10 mm Weite versehen.

Die Form des Deckels, der aus zwei aufeinandergenieteten Eisenblechscheiben von 4 mm Stärke besteht, geht aus Abb. 264 hervor.

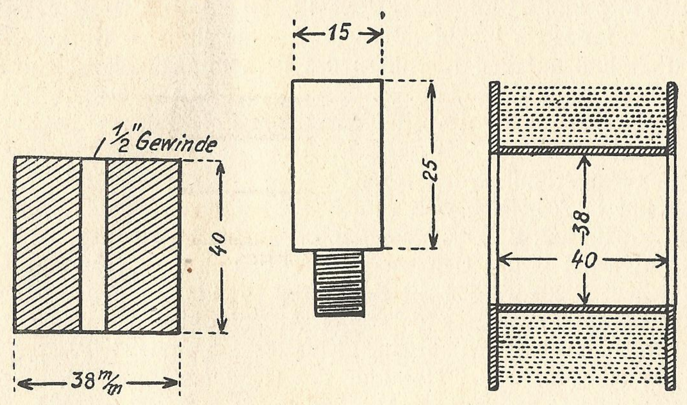


Abb. 265. Einzelteile des Elektromagneten.

Der Durchmesser der unteren Scheibe ist so bemessen, daß der Deckel gerade in das Gehäuse eingepaßt werden kann. Das auf der oberen Scheibe zentrisch aufgelötete Ansatzstück besitzt einen Außendurchmesser von 55 mm, eine Länge von 12 mm und eine Wandstärke von 4 mm.

b) Der Elektromagnet. Die Einzelteile des Elektromagneten sind in Abb. 265 dargestellt. Wir sehen darin rechts die mit 0,4 mm starkem, doppelt mit Baumwolle umsponnenem Kupferdraht bewickelte Spule, links den aus weichem Schmiedeeisen gefertigten Eisenkern, in der Mitte den Polschuh. Der Eisenkern besitzt eine Länge von 40 und einen Durchmesser von 38 mm; er ist mit einer Längsbohrung von 11 mm Weite versehen, in die ein ½zölliges Gewinde eingeschnitten wird. Man muß ganz besonderen Wert darauf legen, eine möglichst zentrische Bohrung zu bekommen, denn das gute Arbeiten des Lautsprechers hängt in hohem Maße davon ab,

ob die magnetischen Kräfte vollkommen zentral auf die Lautsprechermembran einwirken.

Die Magnetspule, die genau auf den Eisenkern passen muß, wird nach Abb. 265 an Hand der darin eingeschriebenen Masse hergestellt. Die beiden Endscheiben können aus schwachem Laubsägeholz oder aus stärkerem Karton gefertigt werden. Zur Verminderung der Streuwirkung beklebt man die obere Scheibe zweckmäßigerweise mit Stanniol oder fertigt sie vollständig aus dünnem Kupferblech an. Sodann wird die Spule mit etwa 400 m Kupferdraht von 0,4 mm Stärke bewickelt. Dies wird im ganzen etwa 3000 Windungen ergeben.

Der Polschuh besitzt eine Länge von 26 mm, einen Durchmesser von 15 mm und ist mit einem etwa 12 mm langen Ansatzstück versehen, auf das ein ½zölliges Gewinde aufgeschnitten wird, so daß der Polschuh auf den Eisenkern des Elektromagnaten geschraubt werden kann.

Da zur Herstellung des Eisenkerns samt Polschuh eine Drehbank unbedingt erforderlich ist, lassen wir diese Teile am besten von einem Feinmechaniker herstellen.

Ist unsere Arbeit so weit gediehen, so können wir mit dem Zusammenbau des Elektromagneten beginnen. Der Eisenkern wird von unten her in das Gehäuse geschraubt und die Drahtspule aufgeschoben. Dann werden die Enden der Wicklung mit den auf der Außenseite des Gehäuses befestigten Anschlußklemmen verbunden. Diese Klemmen werden auf eine kleine Hartgummileiste gesetzt, die auf der einen Seite der Rundung des Gehäuses entsprechend ausgefeilt wurde, so daß sie nach Abb. 266 an die Außenwand geschraubt werden kann. Die beiden Klemmen müssen natürlich gegeneinander vorzüglich isoliert sein, was man am besten durch Unterlegen kleiner Glimmerscheibchen unter die frei durchgeführten Befestigungsschrauben erreicht.

Der Deckel des Gehäuses wird mit einer genau zentrischen Bohrung von 23 mm Weite versehen und auf das Gehäuse gesetzt. Haben wir sorgsam gearbeitet, so befindet sich jetzt der Polschuh genau in der Mitte der im Deckel angebrachten Bohrung und schließt oben sauber ab.

c) Die Membran mit der Hilfsmagnetspule. Um eine vollkommen zentrale Einwirkung der magnetischen Kräfte auf die Membran zu erreichen, ist man bei den modernen Lautsprecherkonstruktionen fast allgemein von der Verwendung magnetischer Membranen abgekommen und benutzt fast nur noch Membranen aus unmagnetisierbarem Material, beispielsweise aus Glimmer, Aluminium, Zelluloid usw. Damit ist noch ein zweiter Vorteil verbunden: die Masse

der Membran wird etwa um die Hälfte verringert, so daß sie den raschen Tonschwingungen viel eher zu folgen vermag. Damit diese unmagnetischen Membranen vom Elektromagneten des Lautsprechers erregt werden können, ist entweder die Einschaltung eines Zwischengliedes erforderlich (das wir beispielsweise beim Lautsprecher von Brown in Gestalt einer stählernen Blattfeder finden), oder man ist genötigt, an der Membran einen kleinen Elektromagneten zu befestigen, der von einer Hilfsstromquelle erregt und von dem großen Elektromagneten des Lautsprechers im Takte der Tonschwingungen gesteuert wird, so daß die Glimmerscheibe erst sekundär durch die mechanische Einwirkung des kleinen Elektromagneten in Schwingungen versetzt wird.

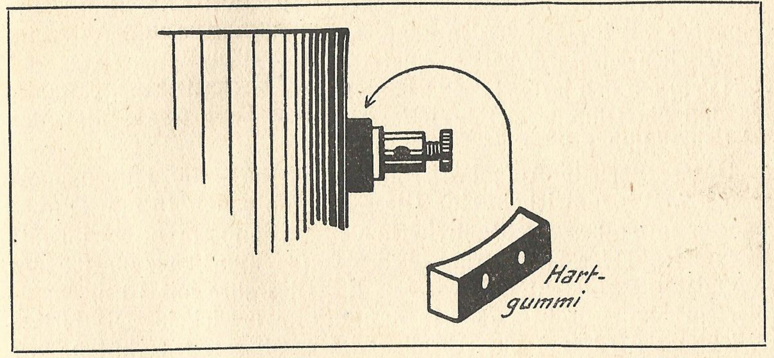


Abb. 266. Wie die Anschlußklemmen auf der Außenwand des Magnetgehäuses befestigt werden.

Bei unserem selbstangefertigten Lautsprecher wollen wir das zweite Verfahren in Anwendung bringen. Wir sehen in Abb. 267 (Schnitt durch den Lautsprecher) die kleine Hilfsmagnetspule, die in den Luftraum zwischen dem Polschuh und dem Deckel des Gehäuses eingehängt ist, bei *S*. Da beim Betrieb des Lautsprechers der dichteste Kraftlinienstrom vom Polschuh unmittelbar zum Deckel des Gehäuses übergeht, liegt die Hilfsspule, die vermittelst dünner Aluminiumbänder zentral an der Glimmermembran befestigt wird, im stärksten Teile des magnetischen Feldes und ist daher einer außerordentlich starken Beeinflussung durch den großen Elektromagneten ausgesetzt. Damit die feine Drahtspule ungehindert schwingen kann, muß sie vollkommen frei in dem kleinen Luftspalt zwischen dem Polschuh und dem Deckel des Gehäuses hängen.

Die aus vier paarweise aufeinandergelöteten Messingringen bestehende Einspannvorrichtung der Glimmermembran zeigt uns die

Abb. 268. Die Membran, die wir in einem Grammophongeschäft kaufen, besitzt einen Durchmesser von 65—70 mm; sie wird vermittelst der Einspannvorrichtung am ganzen Umfang eingespannt. Damit eine brauchbare Einspannung erzielt wird, empfiehlt es sich, die Ringe auf der Richtplatte mit Schmirgelpulver unter reichlicher Beigabe von Öl abzuschleifen und die erhabenen Stellen mit dem Schaber zu entfernen. Um die Unebenheiten in einfachster Weise ausfindig zu machen, braucht man nur die mattgeschliffenen Messingringe auf der blanken Richtplatte zu reiben; dadurch werden die erhabenen Stellen ebenfalls blank und kommen sehr deutlich zum Vorschein. Die abgeschliffenen Ringe werden an acht gleich weit auseinanderliegenden Punkten des Umfangs durchbohrt; in die Bohrungen wird ein Gewinde eingeschnitten, so daß die Ringe aufeinander geschraubt werden können, nachdem die Glimmerscheibe dazwischen gelegt worden ist. Zuletzt werden die Ringe nach Abb. 268 mit dem auf den Deckel des Gehäuses gesetzten Rohrstück verlötet, so daß die Glimmermembran jetzt nach oben den Abschluß des Gehäuses bildet.

Unsere nächste Aufgabe ist die Herstellung der Hilfsmagnetspule *S*. Wir umwickeln eine Glasröhre von genau 16 mm Durchmesser unter Dazwischenstreichen von verdünntem Fischleim mit Zigarettenpapier, so daß ein Röllchen von 20 mm Länge und 0,5 mm Wandstärke entsteht, das wir auf der Glasröhre mit 10 m emailliertem Kupferdraht von 0,15 mm Stärke bewickeln. Die fertige Wicklung wird, um ein Abrollen des Drahtes zu verhüten, mit Isolierlack bestrichen. Erst nachdem alles getrocknet ist, darf die Drahtspule von der Glasröhre abgezogen werden.

Die fertige Spule müssen wir mit einem Aluminiumbügel versehen. Wir schneiden zu diesem Zwecke von dünnem Aluminiumblech einen Streifen von 2—3 mm Breite ab und kitten ihn an der Innenseite der Spule mit Schellackkitt fest. Man kann den Bügel aber auch schon vor dem Bewickeln des Röllchens an die Außenseite der Papierspule kleben und den feinen Draht sauber darüberwickeln. In diesem Fall muß man jedoch sorgsam darauf achten, daß die gute Isolation zwischen den Drahtwindungen und dem Aluminiumbügel bestehen bleibt, was man am besten mit Hilfe einer Taschenlampenbatterie und einer kleinen Glühlampe nachkontrolliert. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird der Bügel an der Rückseite der Glimmermembran vermittelst einer feinen Aluminiumniete zentral befestigt und nun die Drahtspule vorsichtig in den Luftspalt zwischen dem Polschuh und dem Deckel des Gehäuses eingesetzt, so daß sie vollkommen frei hängt und ungehindert schwingen

kann, ohne irgendwo anzustoßen. Die Drahtenden der Wicklung werden vorher durch 1 mm weite Bohrungen nach außen geführt und mit den auf der Außenseite isoliert angebrachten Anschlußklemmen K_3 und K_4 verschraubt. Natürlich dürfen die Zuführungsdrähte die Spule nicht im Schwingen behindern; sie werden deshalb am besten gleich nach dem Verlassen der Papierrolle zu kleinen Spiralen aufgedreht, die jeder Bewegung leicht federnd nachgeben.

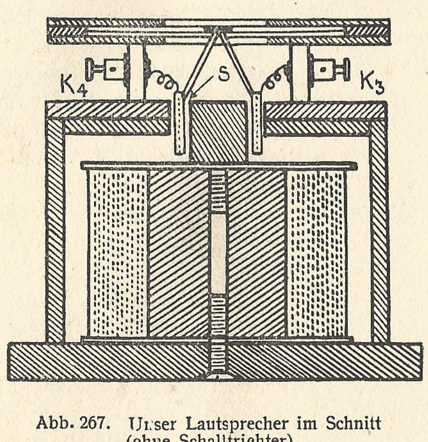


Abb. 267. Unser Lautsprecher im Schnitt (ohne Schalltrichter).

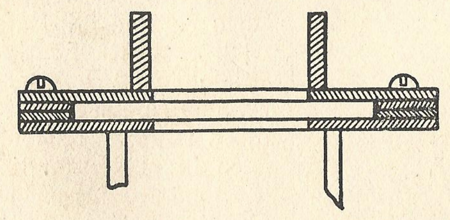


Abb. 268. Die Einspannvorrichtung für die Glimmermembran.

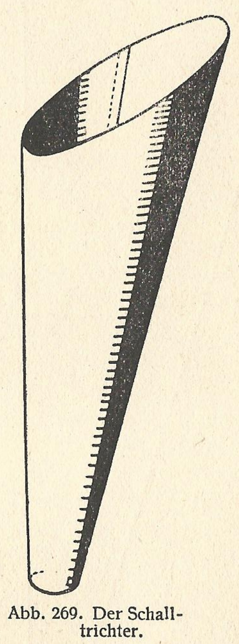


Abb. 269. Der Schalltrichter.

Sind wir damit fertig, so ist der größte Teil unserer Arbeit getan. Wir brauchen jetzt nur noch einen Schalltrichter auf den Lautsprecher zu setzen, so daß die eingeschlossenen Luftmassen in Mitschwingung geraten und die Membranschwingungen derart verstärken, daß sie laut hörbar werden.

d) Die Anfertigung des Schalltrichters. Die in Abb. 269 vorgeführte Trichterform hat den großen Vorzug, daß sie leicht selbst angefertigt werden kann und auch äußerst wirksam ist, da

sie keine ausgesprochene Resonanzlage besitzt. Als Material zur Herstellung des Trichters eignet sich ganz besonders Vulkanfiber von 2 mm Stärke. Zur Herstellung eines Schalltrichters von 25 cm Höhe wird eine Platte von der in Abb. 270 dargestellten Form und Größe benötigt, die tütenförmig zusammengebogen und an den übereinandergreifenden Rändern sauber vernietet wird. Die Spitze des Trichters wird mit der Laubsäge abgenommen und dieser sodann in eine Metallfassung gesetzt, die mit der Einspannvorrichtung der Membran unter Dazwischenlegen eines Gummirings (ein kleiner Konservenglasring ist gut verwendbar) verschraubt wird.

Steht Vulkanfiber nicht zur Verfügung, so nimmt man ein anderes Material, etwa Kupferblech, Aluminiumblech oder Weißblech. Zur Not tut's auch Pappe, die am besten in angefeuchtetem Zustand gebogen und an den Rändern sauber verleimt wird; der fertige Trichter wird mit Bindfaden umwickelt und 24 Stunden zum Trocknen beiseite gestellt.

Abb. 270. Schnittmuster für die zur Anfertigung des Schalltrichters dienende Vulkanfiberplatte.

e) Der Lautsprecher-Transformator. Da die Magnetwicklung des Lautsprechers nur sehr geringen Widerstand besitzt, muß der vom Empfangsgerät gelieferte hochgespannte Strom zuerst herabtransformiert werden, ehe er dem Lautsprecher zugeführt werden kann. Der Widerstand der Primärspule des Transformators,

den wir nach der auf Seite 87 ff. gegebenen Anleitung zur Selbstherstellung eines Telephontransformators selbst bauen, soll 1500 Ohm betragen. Man verwendet am besten doppelt oder einfach mit Seide umsponnenen Kupferdraht von 0,15 mm Stärke. Im ganzen sind gegen 1400 m Draht erforderlich, der mit Hilfe der in Abb. 136 dargestellten Spulmaschine aufgewickelt wird. Die Primärspule wird aus 60 m doppelt mit Baumwolle umsponnenem Kupferdraht von 0,6 mm Stärke gewickelt.

Der Lautsprecher wird an die Sekundärspule des Transformators angeschlossen, während die Enden der Primärspule mit den Telephonklemmen des Empfangsgeräts zu verbinden sind.

f) Der Betrieb des Lautsprechers. Vor Inbetriebsetzung des Lautsprechers muß an die Klemmen K_3 und K_4 (Abb. 267), mit denen die Drahtwicklung der kleinen, an der Glimmermembran aufgehängten Magnetspule S verbunden ist, eine Hilfsbatterie, bestehend aus mehreren Akkumulatorenzellen, angeschlossen werden. Die Spannung der Batterie wird am besten mit Hilfe eines Potentiometers so abgeglichen, daß der Lautsprecher am günstigsten arbeitet.

Arbeitet der Lautsprecher zwar gut und unverzerrt, jedoch nur mit geringer Lautstärke, so empfiehlt es sich, einen etwas stärkeren Polschuh auf den Eisenkern des Elektromagneten zu setzen und so den Luftraum, in den die Magnetspule S eingehängt ist, noch weiter zu verkleinern.

Zuletzt sei noch darauf hingewiesen, daß ein Lautsprecherbetrieb mit einem einfachen Kristallempfänger ohne Röhrenverstärkung im allgemeinen nicht möglich ist. Nur in ganz besonders günstigen Fällen kann ein Lautsprecher mit einem Kristallempfänger betrieben werden, doch ist die Lautstärke unter allen Umständen sehr gering. Ähnliches gilt für den gewöhnlichen Einröhrenempfänger, der ebenfalls nur in nächster Nähe der Sendestation einen Lautsprecherbetrieb ermöglicht. Bei größeren Entfernungen ist für guten Lautsprecherempfang die Anwendung eines Hoch- oder Niederfrequenzverstärkers erforderlich, je nach der Entfernung des Senders mit einer oder mehreren Stufen.

DREIZEHNTES KAPITEL.

Das Handwerkszeug des Radiobastlers.

Jeder Bastler, der sich schon mit kleineren Laubsägearbeiten befaßt hat und im Besitze eines Laubsägebogens, eines Hammers und einer Zange ist, kann sich ohne weiteres an den Bau eines Detektorapparats machen, denn zu dessen Selbstherstellung sind keinerlei Spezialwerkzeuge erforderlich. Da im allgemeinen jeder Bastler mit dem Bau eines einfachen Apparates beginnt und sich erst allmählich, nach Aneignung der erforderlichen Erfahrung und Handfertigkeit, mit dem Bau von Röhrengeräten, Verstärkern, Lautsprechern usw. befaßt, braucht er nicht schon zu Beginn seiner Radiopraxis im Besitz eines reichhaltigen Werkzeugschranks zu sein, sondern er kommt mit ganz wenigen Werkzeugen aus, die er gewöhnlich im Haushalt vorfindet oder von einem Freunde entlehnen kann. Erst im Laufe der Zeit wird er sich neue anschaffen, so weit es seine Geldmittel erlauben, und wird dabei in erster Linie auf die Qualität sehen, denn ein schlechtes Werkzeug schafft nur Ärger und Verdruß und ist im Gebrauch teurer als ein gutes, weil es schon nach kurzer Zeit verdorben ist und ersetzt werden muß.

Häufig werden dem Radiobastler fertige Werkzeugkästen angeboten, die das zur Herstellung von Radioapparaten erforderliche Handwerkszeug enthalten. Im allgemeinen fährt man jedoch besser, wenn man die Werkzeuge einzeln aussucht und erst allmählich anschafft, um sie dann später in einem selbstgefertigten Schränkchen unterzubringen.

Im folgenden wollen wir die für den Radiobastler besonders wichtigen Werkzeuge kurz beschreiben.

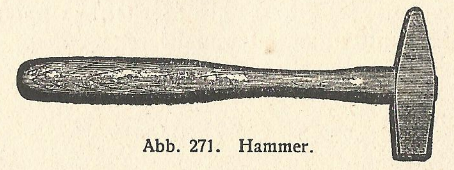


Abb. 271. Hammer.

1. Der Hammer (Abb. 271). So ein einfaches Handwerkszeug der Hammer ist, er kann trotzdem sehr schlecht und sehr gut sein. Ein guter Hammer soll glashart und mit einem nicht zu langen und nicht zu

kurzen Stiele versehen sein. Im allgemeinen darf man vom Stiele der käuflichen Hämmer ein Stück von etwa 5 cm Länge abschneiden, um einen Hammer mit richtiger Stiellänge zu erhalten. Bei der Arbeit wird der Hammer weder ganz innen noch ganz außen angefaßt, sondern etwa $1/3$ der Stiellänge vom äußeren Ende entfernt, da man hier die größte Sicherheit und das beste „Gefühl" hat.

Selbstverständlich genügt anfangs ein Hammer zu allen Arbeiten, erst später wird man sich mehrere von verschiedener Größe anschaffen. Am vorteilhaftesten ist es, wenn man anfangs einen Hammer von 200 g Gewicht verwendet und später solche von 100 g und 500 g dazukauft. Zum Geraderichten von Blechen kann man den Eisenhammer nicht benutzen, da er häßliche Druckstellen im Material hinterläßt, die man kaum wieder herausbringt. Für diese Arbeit kauft man deshalb am besten einen kleinen Holzhammer, den man für andere Zwecke nicht benutzt.

2. Der Körner (Abb. 272). Ein von vielen Bastlern sehr vernachlässigtes Werkzeug ist der Körner, ein gehärtetes Rundstahl-

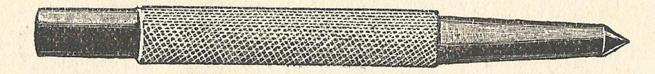


Abb. 272. Körner.

stück mit scharfer Spitze, das beim Vorzeichnen und Zentrieren von Bohrlöchern (man drückt durch einen Schlag auf den Körner ein kleines Loch in das Material) wertvolle Dienste leistet. Einem Fachmann wird es nie einfallen, eine Hartgummiplatte ohne genaue Ankörnung zu durchbohren, während der unerfahrene Bastler ohne dieses Hilfsmittel viel Material verdirbt und oft ratlos vor einer zerkratzten oder falsch durchbohrten Schaltplatte steht.

Beim Ankörnen von Hartgummi und bestimmten Isolier-Ersatzmaterialien muß man sehr vorsichtig zu Werke gehen, denn das Material ist oft sehr brüchig und spröde und springt zum größten Erstaunen des Bastlers gern entzwei. Das kann von einer zu stumpfen oder zu scharfen Körnerspitze oder von zu starkem Draufschlagen herrühren. Ganz allgemein muß man sich beim Ankörnen merken, daß man immer ganz leicht auf den Körner solange aufschlagen muß, bis der Körnerpunkt die erforderliche Tiefe erreicht hat.

3. Der Schraubenzieher (Abb. 273). Der Schraubenzieher ist ein so billiges und vielgebrauchtes Werkzeug, daß sich jeder Bastler gleich mehrere verschiedener Größe anschaffen sollte. Bei der Aus-

wahl muß man sein Augenmerk darauf richten, daß der Griff kurz und der Schaft lang ist. Der breiteste Schraubenzieher, der für



Abb. 273. Schraubenzieher.

Radiozwecke noch in Betracht kommt, ist ein solcher mit 5—6 mm breiter Schneide.

Beim Nachschleifen der Schraubenzieher wird vom Bastler häufig der Fehler gemacht, daß er eine scharfe Schneide anschleift. Das ist falsch. Die Schneide des Schraubenziehers muß den Schlitz der Schraube gerade ausfüllen, so daß der Schraubenkopf nicht zerschunden wird und die Schneide sich nicht verbiegen kann.

4. Die Handbohrmaschine (Abb. 274). Für den Anfänger, der kleine Detektorapparate baut und dabei Laubsägeholz, Pappe usw. verwendet, genügt ein einfacher Drillbohrer, in den die bekannten

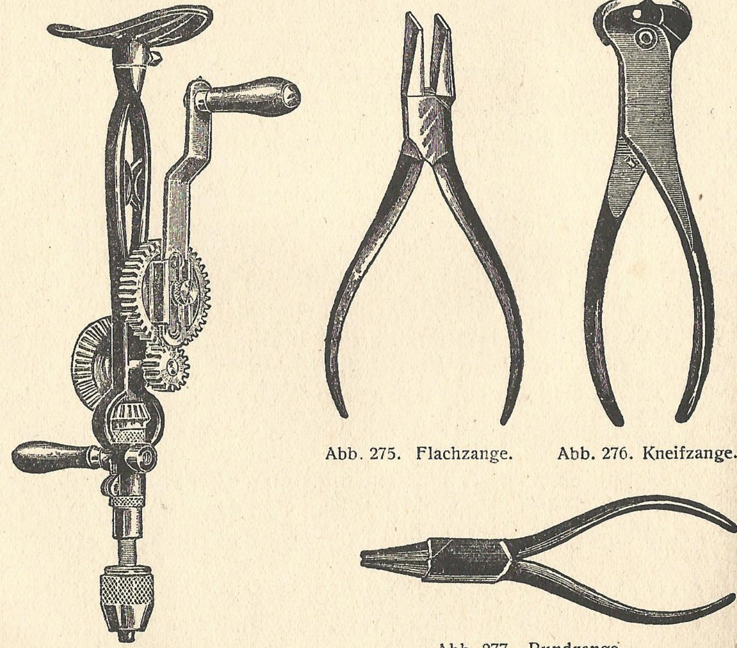


Abb. 275. Flachzange. Abb. 276. Kneifzange.

Abb. 274. Handbohrmaschine.

Abb. 277. Rundzange.

Bohrer bis etwa 2 mm Dicke eingespannt werden können. Später muß er sich aber unbedingt eine kleine Hand- oder Tischbohrmaschine anschaffen, die Bohrungen bis 8 mm Weite herzustellen gestattet. Daß man noch weitere Bohrungen herstellen muß, kommt nur ab und zu vor. Dies geschieht dann am besten durch Ausfeilen, Ausraspeln oder durch Ausarbeiten vermittelst einer konischen Reibahle.

Der Preis einer Handbohrmaschine mit zwei Übersetzungen beträgt ungefähr 12—15 ℳ. Als Bohrer verwendet man für Metall, Hartgummi und Hartholz am besten Spiralbohrer. Für weiches Holz kommen Zentrumsbohrer in Frage, die hier und da auch bei Hartholz den Spiralbohrern vorzuziehen sind, weil diese sich gerne verstopfen.

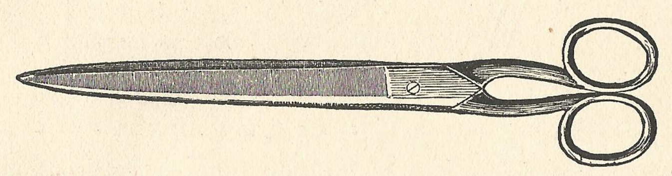


Abb. 278. Schere zum Schneiden von Papier, Pappe, Preßspan usw.

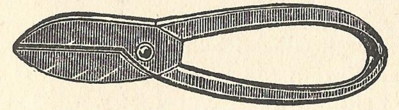


Abb. 279. Blechschere.

5. Zangen (Abb. 275, 276 und 277). Die nötigen Kneif-, Flach- und Rundzangen kann sich der Bastler um billiges Geld beschaffen, kosten sie doch je nach Größe nur 60 ₰ bis 1 ℳ. Es gibt auch sogenannte Universal- oder Kombinationszangen, in denen mehrere Werkzeuge vereinigt sind. Diese Zangen sind jedoch für den Werkstattbetrieb weniger geeignet und fast so teuer wie die einzelnen Werkzeuge zusammen. Ganz vorzüglich eignen sich für unsere Zwecke die kleinen vernickelten Zangen der Uhrmacher, die man vielleicht da und dort alt bekommen kann.

6. Scheren (Abb. 278). Zum Schneiden von Papier, Karton, Stanniol und Preßspan können alte Scheren, wie sie sich in jedem Haushalt finden, verwendet werden. Außerdem ist noch eine kleine Blechschere (Abb. 279) erforderlich, die etwa $1^1/_2$ ℳ kostet.

7. Der Schraubstock (Abb. 280). Hat der Bastler die Absicht, einen neuen Schraubstock zu kaufen, so wird er lieber etwas mehr Geld auslegen und einen guten Parallelschraubstock mit aus-

wechselbaren Stahlbacken und verdeckter Spindel nehmen. Ein solcher kann jahrzehntelang gute Dienste tun, während ein anderer oft schon nach einem Jahr nicht mehr gut läuft und zum alten

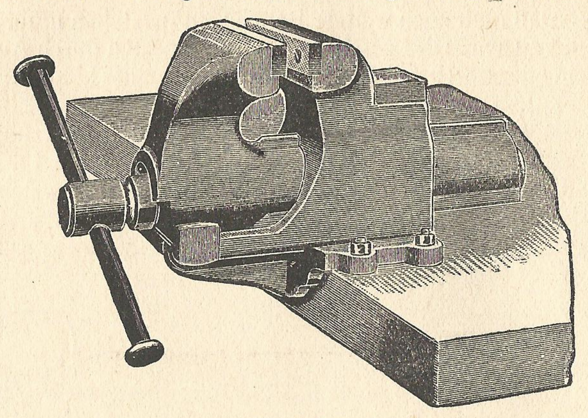


Abb. 280. Parallelschraubstock.

Eisen geworfen werden muß. Natürlich darf der Schraubstock nicht zu klein sein; er muß eine Backenbreite von mindestens 6—8 cm besitzen.

Damit feinere Metallteile im Schraubstock nicht verdorben werden, stellt man aus 5 mm starkem Bleiblech zwei Backen her, die in das Maul des Schraubstocks eingelegt werden. Die Verwendung solcher Backen ist unbedingt erforderlich, wenn z. B. Schrauben mit Gewinde eingeklemmt und bearbeitet werden sollen. Für gröbere Stücke tun es auch Backen aus Zinkblech.

Der Schraubstock muß einen festen Platz an einer Werk- oder Hobelbank haben und sehr solide befestigt werden, denn an einem wackeligen Schraubstock kann selbst der beste Handwerksmann nichts Rechtes zustande bringen.

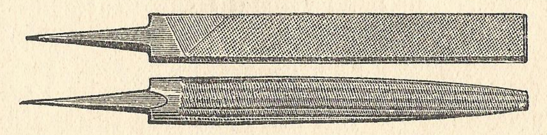


Abb. 281. Flach- und Halbrundfeile.

8. Feilen (Abb. 281). Der Bastler benötigt ein paar grobe Flachfeilen verschiedener Größe und ein paar Rund-, Halbrund- und Dreikantfeilen, die er sich nach und nach anschaffen wird. Von

Vorteil ist es, sich einen Satz guter Schlüsselbartfeilen zuzulegen, denn diese können da und dort wertvoll verwendet werden und kosten nicht viel.

Allgemein muß man es sich zur Regel machen, eine neue Feile anfangs nur auf der einen Seite zu benützen, damit für besondere Fälle immer noch die gute Seite zur Verfügung steht. Zweckmäßigerweise wird man das ganze Feilenmaterial in solches für grobe und solches für feine Arbeit einteilen, da andernfalls schon nach kurzer Zeit nichts Rechtes mehr vorhanden ist.

Zur Reinigung der Feilen dient eine kleine Stahlbürste. Da Kupfer und weiches Eisen die Feilen sehr leicht verstopfen, tut man gut, wenn man die Feilen vorher mit Kreide einreibt und während der Arbeit ab und zu mit der Stahlbürste säubert.

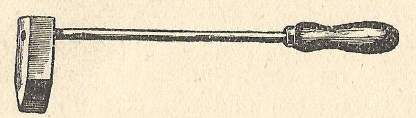


Abb. 282. Kleiner Lötkolben (Flachkolben).

Zum Befeilen von Zinn und Blei (Lötstellen!) dürfen nur ganz alte Feilen verwendet werden, da diese auch mit der Stahlbürste nicht mehr sauber gereinigt werden können. Man behilft sich so, daß man mit einem scharfen Blechstück die angesammelten Zinnreste aus den Feilenhieben hinausschiebt.

Die Feilen müssen so aufbewahrt werden, daß sie nicht rosten, da sie sonst schon nach ganz kurzer Zeit unbrauchbar sind. Man darf sich aber ja nicht einfallen lassen, sie zur Verhütung der Rostbildung zu ölen (was auch schon vorgekommen sein soll!), denn dann taugen sie gar nichts mehr.

Ganz unbrauchbare Feilen, mit denen schon jahrelang geschruppt wurde, wird der vernünftige Bastler rechtzeitig ausscheiden, denn sie verursachen nur Ärger und Zeitverlust.

9. Der Lötkolben (Abb. 282, vgl. auch Abb. 287). Ein ganz außerordentlich wichtiges Werkzeug in der Hand des Radiobastlers ist der Lötkolben, da fast alle inneren Drahtverbindungen und Anschlüsse durch Löten hergestellt werden müssen. Der Kolben, der für feinere Arbeiten benutzt wird, darf nicht zu groß und zu plump sein; er soll am besten die Form der kleinen Spitz- und Flachkolben der Goldarbeiter und Juweliere besitzen. Beim Kaufe wird man darauf sehen, daß man einen Kolben mit Holzgriff bekommt, da damit sehr bequem zu arbeiten ist.

10. Der Bunsenbrenner (Abb. 283). Jeder Bastler, der Gasanschluß besitzt, sollte unbedingt einen Bunsenbrenner kaufen (oder selbst anfertigen).

Der Bunsenbrenner dient zum Erhitzen des Lötkolbens, zum Schmelzen von Paraffin und andern Isoliermaterialien, zum Biegen von Glasröhren, zum Löten in der Flamme, zum Härten von kleinen Stahlstücken usw; er ist also in der Werkstatt des praktischen Bastlers fast unentbehrlich.

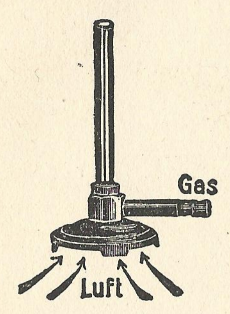
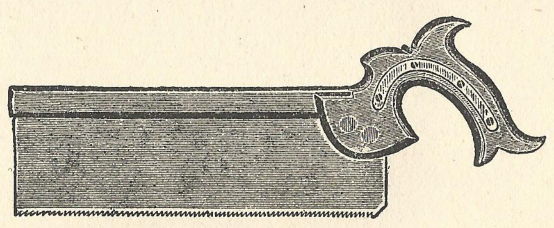


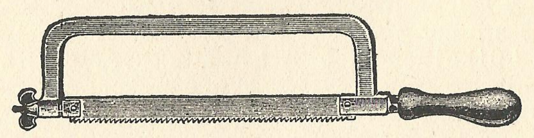
Abb. 283. Bunsenbrenner.

Zur Not kann der Bunsenbrenner durch einen größeren Spiritusdochtbrenner ersetzt werden, doch dauert es dann immerhin geraume Zeit, bis ein größerer Lötkolben die erforderliche Temperatur besitzt (wenn es überhaupt so weit kommt!).

Beim Einkauf muß man darauf achten, daß man einen Bunsenbrenner erhält, der einen recht breiten und schweren Fuß besitzt, damit er nicht schon bei kleinen Erschütterungen umfällt und Unheil anrichtet.

11. Sägen (Abb. 284 und 285). Anfangs genügt ein gewöhnlicher Laubsägebogen mit kleinen Einsatzsägen für Holz und für Metall;


Abb. 284. Holzsäge.


Abb. 285. Metallsäge mit auswechselbaren Sägeblättern.

später wird man eine größere Holzsäge und eine solide Metallsäge mit mehreren Sägeblättern dazukaufen.

Die Metallsäge soll womöglich verstellbar sein, so daß Sägeblätter verschiedener Länge eingespannt werden können, und einen sehr

handlichen Griff haben, denn sonst ermüdet das Sägen sehr rasch, insbesondere bei harten Metallen.

12. Amboß und Richtplatte (Abb. 286). Obwohl ein kleiner Amboß und eine Richtplatte schon um billiges Geld erhältlich sind, sind diese Werkzeuge nur sehr selten in der Bastlerwerkstatt vor-

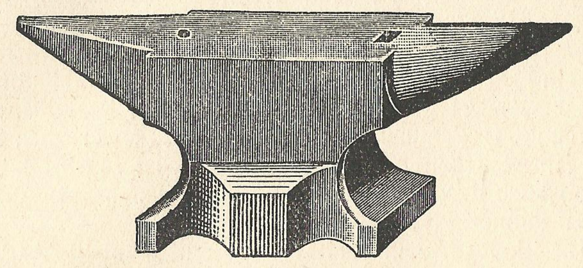


Abb. 286. Kleiner Amboß.

zufinden. Die meisten Bastler behelfen sich so, daß sie auf dem Schraubstock hämmern und nieten, was diesen gewöhnlich in kurzer Zeit zugrunde richtet.

Einen sehr vollkommenen Ersatz für einen Amboß erhält man, wenn man ein altes ausrangiertes Gasbügeleisen in einen soliden Eichenklotz einläßt, so daß die blanke Fläche nach oben schaut. Der Amboß wird am besten auf der Werkbank festgeschraubt.

VIERZEHNTES KAPITEL.

Das Löten.

Fast jeder Bastler, der sich schon mit kleinen Metallarbeiten befaßt und ein paar schadhafte Kochtöpfe repariert hat, glaubt, er sei durchaus bewandert in der Lötkunst, und jeder Ratschlag sei für ihn überflüssig. Gewöhnlich reichen aber die so erworbenen Kenntnisse für feinere Arbeiten bei weitem nicht aus; es wird daher gut sein, wenn auch der erfahrene Bastler die nachfolgende Anleitung zum Löten aufmerksam durchliest und befolgt.

Die drei „Lötkolbenregeln“, ohne die es überhaupt nicht geht, lauten:

1. Der Lötkolben muß sauber sein.
2. Die Schneide des Lötkolbens muß gut verzinnt sein.
3. Der Lötkolben muß heiß sein.

In Befolgung der ersten Regel müssen wir unseren neuen Lötkolben mit Schmirgelpapier sauber abschleifen und seine Schneide oder Spitze mit der Feile scharf zufeilen.

Zum Verzinnen des Lötkolbens sind Lötzinn, Lötwasser und ein Bunsenbrenner erforderlich.

Lötwasser bereiten wir uns selbst, indem wir etwa 200 cm³ Salzsäure in einen flachen Teller gießen und so viel Zinkschnitzel hinzufügen, als die Säure aufzulösen vermag. Ist die Lösung gesättigt, so wird der schwarze Rückstand abfiltriert, die ölige Flüssigkeit in eine Flasche abgefüllt und diese mit der Aufschrift „Lötwasser“ versehen.

Das zum Löten erforderliche Lötzinn können wir ebenfalls selbst bereiten, was uns bedeutend billiger zu stehen kommt, als wenn wir es fertig beziehen. Wir schmelzen in einem genügend großen eisernen Löfel 3 Gewichtsteile reines Zinn und zwei Gewichtsteile Blei zusammen, rühren tüchtig um und gießen die Schmelze in kleine Stangen aus. Dies geschieht am besten auf einem glatten Steinboden, indem wir die Schmelze vorsichtig aus dem Löffel auslaufen lassen, den wir währenddessen rasch fortbewegen. Man kann aber auch die Schmelze in Wasser gießen, wobei sie sich in kleine Tropfen und Tränen zerteilt.

Sind wir so weit, so können wir mit dem Verzinnen des Lötkolbens beginnen. Wir gießen in ein Näpfchen ein wenig Lötwasser aus der Vorratsflasche und erhitzen den mit Lötwasser befeuchteten

Kolben vorsichtig im Bunsenbrenner. Dabei muß man darauf sehen, daß nicht gerade die Spitze des Kolbens in der Flamme liegt, sondern die Mitte (vgl. Abb. 287), weil andernfalls die Schneide rasch verbrennt. Während des Erhitzens taucht man zweckmäßigerweise den Kolben von Zeit zu Zeit geschwind in das Lötwasser, damit sich an der Schneide keine Oxydkruste bilden kann.

Allmählich wird der Lötkolben die erforderliche Hitze erreichen, was der erfahrene Fachmann nach dem Helligkeitsgrad der grünen Flamme ohne weiteres beurteilen kann. Verfärbt sich die Flamme in der Umgebung des Lötkolbens rötlichgelb, so ist dies ein sicheres

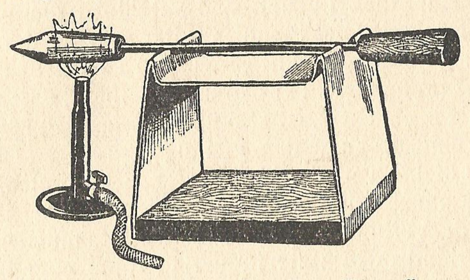


Abb. 287. Die richtige Lage des Lötkolbens in der Bunsenflamme: die Flamme soll die Kolbenmitte erhitzen. Die Abbildung zeigt einen Spitzkolben.

Zeichen, daß der Kolben sich im Stadium beginnender Rotglut befindet; man kann das leicht nachprüfen, wenn man ihn ins Dunkle hält.

So weit darf man es aber natürlich nicht kommen lassen! Man muß den Kolben vielmehr aus dem Feuer nehmen, ehe die Flamme eine intensiv grüne Färbung angenommen hat, und die Schneide sogleich an einem mit Lötwasser befeuchteten Lappen oder an einem Salmiakstein säubern. Dann nimmt man ein kleines Stück Lötzinn und verreibt es mit der Zange an der Schneide des Kolbens, an dem es ohne weiteres glatt zerfließen muß. Bilden sich Inseln, so ist dies ein Zeichen, daß der Kolben nicht rein war oder daß er zu stark erhitzt wurde und seine Oberfläche zum Teil verbrannt ist. Dann muß man den Kolben wieder abkühlen, reinigen und von neuem beginnen, bis eine solide Verzinnung der Schneide erreicht ist.

Ist diese Arbeit zu unserer Zufriedenheit gelungen, so nehmen wir am besten zuerst ein paar Lötversuche vor. Wir können uns z. B. die Aufgabe stellen, ein Pfennigstück auf einer Weißblechscheibe sauber festzulöten. Zu diesem Zwecke wird der Pfennig auf der Rückseite und am Rande mit Schmirgelpapier blank gescheuert und mit Lötwasser bestrichen. Das Weißblech muß ebenfalls gereinigt werden. Dabei muß man aber ganz vorsichtig zu Werke gehen und

sich ja hüten, es abzuschmirgeln, weil sonst die feine Zinnhaut verletzt und die Lötung außerordentlich erschwert wird. Es genügt vollkommen, wenn man die betreffende Stelle des Bleches mit dem Messer leicht abschabt und mit Lötwasser bestreicht.

Mittlerweile wurde der Lötkolben wieder im Bunsenbrenner erhitzt und hat, wie wir an der hellgrünen Farbe der Flamme erkennen, die erforderliche Temperatur erreicht. Wir tauchen die verzinnte Schneide, die mit einer grauen Haut überzogen ist, rasch in das mit Lötwasser gefüllte Näpfchen, wodurch sie spiegelblank und das anhaftende Zinn außerordentlich leichtflüssig wird. Sodann nehmen wir ein Stück Lötzinn und verzinnen die mit Lötwasser befeuchtete Rückseite des Pfennigs unter sparsamster Verwendung von Lötzinn. Ist die Fläche gut gereinigt, so zerfließt das Zinn ohne weiteres; das aufgeregte Hin- und Herreiben, das man bei Anfängern häufig beobachtet, ist also überflüssig. Man hält den Kolben vollständig ruhig, fest auf den Pfennig gepreßt und läßt ein ganz klein wenig Lötzinn von der Vorratsstange abtropfen, das sich sofort über die ganze mit Lötwasser bestrichene Fläche verteilt. Damit eine solide Verbindung zustande kommt, müssen die miteinander zu verbindenden Teile in der Flamme oder mit dem Lötkolben vorgewärmt werden. Ist dies geschehen, so wird der Pfennig umgedreht, so daß er die verzinnte Seite dem Weißblechstück zukehrt. Dann nehmen wir den heißen Kolben wieder zur Hand und drücken ihn mit der breiten Seite auf den Pfennig, bis das Zinn zum Schmelzen kommt und sich mit der Zinnhaut des mit Lötwasser bestrichenen Weißblechstücks verbindet. Das überschüssige Material tritt dabei seitlich zutage und kann mit dem Messer abgeschabt oder mit dem Lötkolben zerteilt werden, so daß von der Lötverbindung von außen überhaupt nichts zu sehen ist und der Pfennig wie angeklebt erscheint.

Um Rostbildung zu vermeiden, wird jede Lötstelle und ihre Umgebung zuerst mit Salmiakgeist und dann mit Wasser sauber abgespült und leicht eingeölt.

Die vorstehende Anleitung gilt nur für das Löten größerer Stücke. Hat man Drähte aneinander zu löten oder andere Kontaktverbindungen zu erstellen, so darf man kein Lötwasser verwenden, muß vielmehr ein säurefreies Lötmittel, am besten Kolophonium, nehmen. Feine Drähte lötet man zweckmäßig ohne Zuhilfenahme des Kolbens unter Verwendung eines Schnellots (Lötpaste), das nur aufgestrichen und in der Bunsenflamme erhitzt zu werden braucht. Auf diese Weise stellt man auch Lötverbindungen an schwer zugänglichen Stellen her, z. B. an den Federn von Klinkenschaltern u. dgl.

FÜNFZEHNTES KAPITEL.

Wie wird ein Empfänger aus seinen Einzelteilen zusammengesetzt?

Nachdem der Bastler sich über die Größe und Bauart des zur Unterbringung der Einzelteile erforderlichen Apparatekastens klar geworden ist, muß er zunächst für die Beschaffung einer Schaltplatte aus Hartgummi oder einem ähnlichen Isoliermaterial sorgen. Am besten wird er schon vor dem Kaufe die günstigsten Ausmaße der Platte bestimmen und sich dann vom Radiohändler Isolierplatten

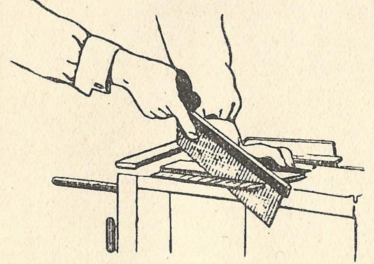


Abb. 288. Zurechtsägen einer Isolierplatte, die zwischen zwei Hartholzbretter eingespannt worden ist.

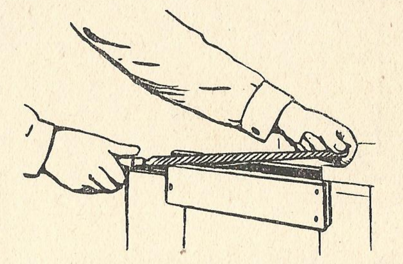


Abb. 289. Abschleifen der Kanten einer Isolierplatte mit der Feile.

entsprechender Größe vorlegen lassen. Ist eine Schaltplatte in der erforderlichen Größe nicht erhältlich, so muß man die nächst größere Platte wählen und sie zu Hause auf die rechten Maße bringen. Das geschieht am besten mit Hilfe einer „Decoupiersäge", die in einen Laubsägebogen eingespannt wird. Man kann die Arbeit aber auch, wie sich aus Abb. 288 ergibt, mit einer feinen Holzsäge vollbringen. Da die Isolierplatten gewöhnlich sehr spröde sind (das gilt besonders für Hartgummi), spannt man die Platte, damit sie beim Sägen nicht zerspringt, während der Arbeit zweckmäßigerweise zwischen zwei Hartholzbretter ein und sägt längs deren Kante das überstehende Stück der Isolierplatte ab. Hierauf werden die Kanten in der aus Abb. 289 ersichtlichen Weise mit der Feile sauber abgeschliffen und mit Glaspapier nachgearbeitet, so daß alle Unebenheiten verschwinden. Anfangs verwendet man grobes Glaspapier, dann

immer feineres, wobei man zuletzt — wenn es sich um Hartgummi handelt — ein klein wenig Öl beigibt; dadurch erhält das Hartgummi, das beim Bearbeiten bräunlich wird, wieder eine tiefschwarze Färbung.

Unsere nächste Aufgabe ist das genaue Aufzeichnen und Ankörnen der Bohrungen für die Drehspindeln und Befestigungsschrauben etwa vorhandener Drehkondensatoren, Heizwiderstände, Umschalter, Variometer usw. Das Aufzeichnen geschieht vermittelst

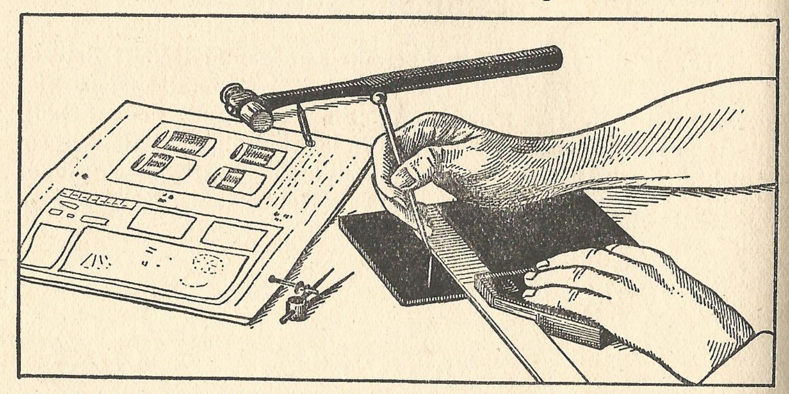


Abb. 290. Aufzeichnen (Vorritzen) von Bearbeitungslinien und Bohrlöchern mit Hilfe der Reißnadel und des Winkelscheits.
(Nach M. B. Sleeper.)

einer Reißnadel unter Benützung eines Winkelscheites (vgl. Abb. 290). Die Reißnadel, die eine sehr scharfe Spitze haben muß, kann man um ein paar Pfennige fertig kaufen, ebensogut aber auch aus einer Stopfnadel, die man mit einem kleinen Holzgriff versieht, selbst anfertigen.

Beim Aufzeichnen der Bohrlöcher für die Drehspindeln der Kondensatoren muß man ganz besonders darauf achten, daß der bewegliche Plattensatz nach allen Seiten genügend Spielraum hat, denn nichts ist peinlicher, als wenn man beim Einbau der Kondensatoren feststellen muß, daß der bewegliche Plattensatz nur etwa zur Hälfte aus dem festen herausgedreht werden kann und dann an der Seitenwand des Kastens, an einem Heizwiderstand oder sonstwo anstößt.

Körnerpunkt

Abb. 291. Wie man auf einer Schaltplatte die Stelle bezeichnet, an der ein Loch gebohrt werden soll.

Jedes Bohrloch wird durch zwei sich senkrecht schneidende, kurze Striche angezeichnet (Abb. 291) und mit dem Kör-

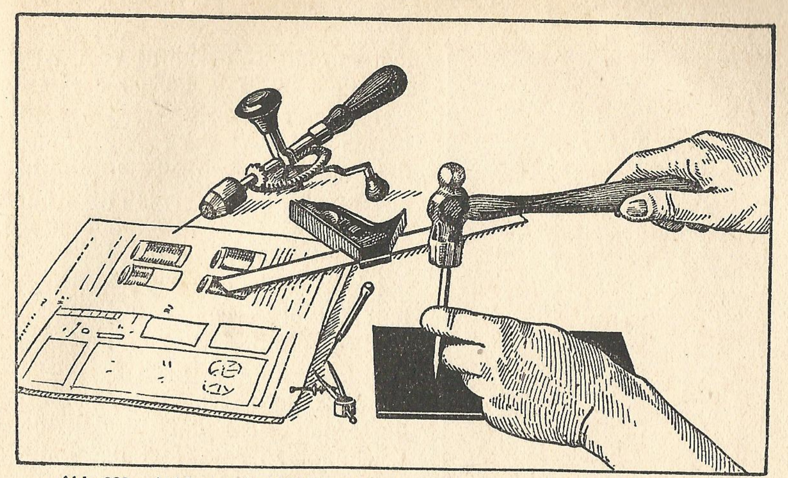


Abb. 292. Ankörnen eines Bohrlochs mit dem Körner. (Nach B. M. Sleeper.)

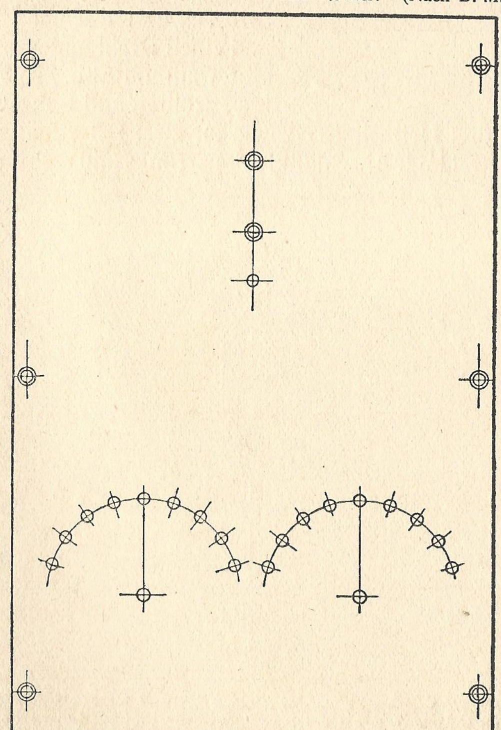


Abb. 293. Korrekte Vorzeichnung der Bohrlöcher für zwei Vielfachumschalter und einen Drehkondensator (oben) und sechs Befestigungsschrauben (seitlich). (Nach B. M. Sleeeper.)

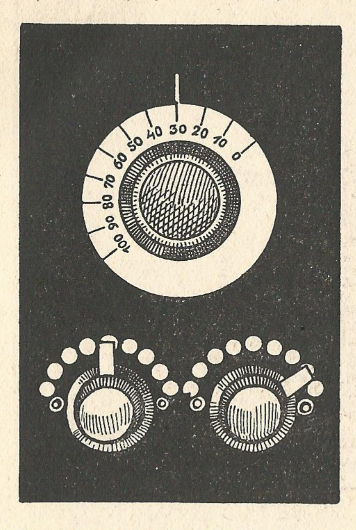


Abb. 294. Die in Abbildung 293 gezeigte Schaltplatte nach beendeter Montage.

ner sorgfältig angekörnt (vgl. Abbildung 292). Die Löcher der Befestigungsschrauben werden am besten erst nach der Fertigstellung der Bohrungen für die Drehspindeln angebracht, nachdem man die Kondensatoren, Heizwiderstände usw. probeweise eingesetzt hat.

Die Abb. 293 und 295 zeigen zwei korrekt vorgezeichnete Schaltplatten; die Abb. 294, 296 und 297 stellen die Platten nach beendeter Montage der zugehörigen Apparate dar. Man sieht daraus, daß die Zeichnung in Abb. 293 die Bohrlöcher für zwei Vielfachumschalter (Stufenschalter einer Stufenspule) und einen Drehkondensator wiedergibt, während Abb. 295 Schaulöcher für 3 Röhren und Bohrlöcher für die zugehörigen drei Heizschalter sowie für zwei Befestigungsschrauben (unten) und zwei Paar Anschlußklemmen (links und rechts oben) zeigt.

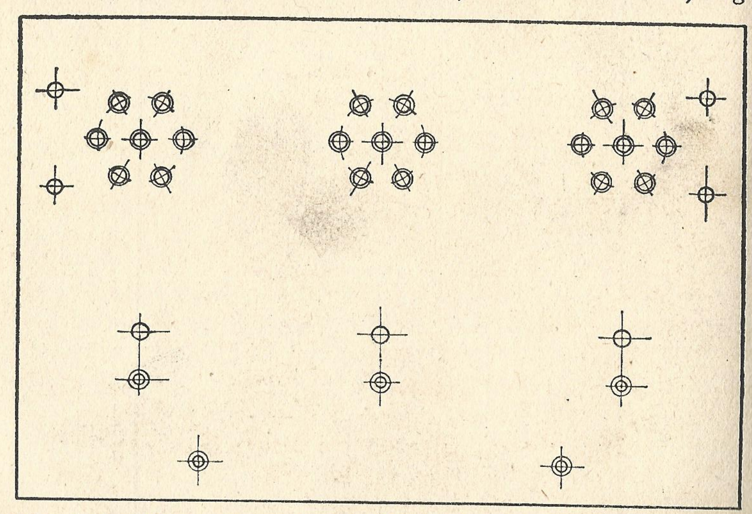


Abb. 295. Korrekte Vorzeichnung der Bohrlöcher für drei Heizwiderstände und zwei Befestigungsschrauben (unten), sowie der Schaulöcher für drei im Innern des Gehäuses angeordnete Röhren und der Bohrlöcher für zwei Paar Anschlußklemmen (oben).

Bei manchen Apparate-Anordnungen, z. B. bei den Kastenapparaten mit wagrechter Deckplatte, müssen auch für die Kathodenröhren Bohrungen in der Schaltplatte vorgesehen werden, und zwar

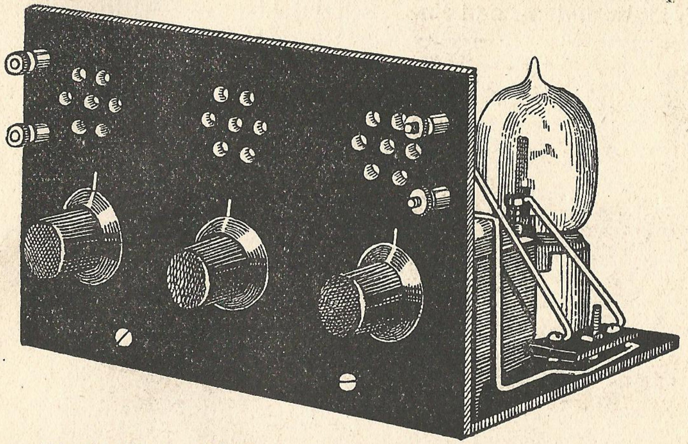


Abb. 296. Die in Abb. 295 gezeigte Schaltplatte nach beendeter Montage.

von solcher Weite, daß die Röhren hindurchgesteckt und in die im Innern des Kastens befestigten Röhrensockel eingesetzt werden können. Solche Bohrungen werden mit dem Stechzirkel (Abb. 298) sauber vorgezeichnet und mit der Laubsäge ausgeschnitten.

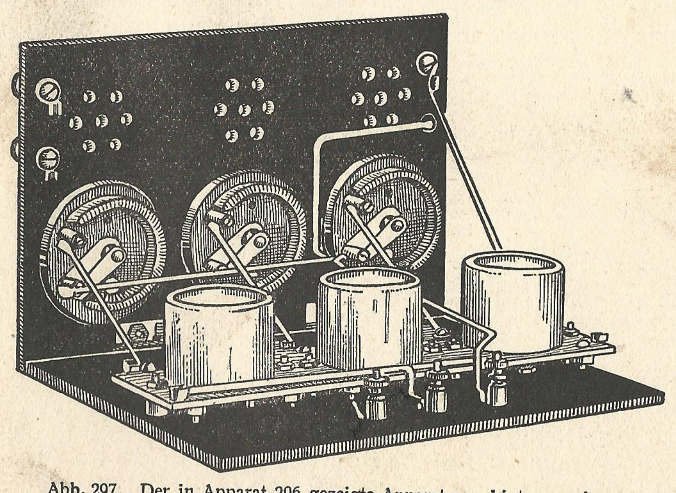


Abb. 297. Der in Apparat 296 gezeigte Apparat von hinten gesehen.

Ist unsere Arbeit so weit gediehen, daß alle Bohrungen aufgezeichnet und angekörnt sind, so wird alles nochmals sorgfältig geprüft, denn wenn die Löcher erst gebohrt sind, läßt sich nur schwer noch etwas ändern, und eine falsch durchbohrte Schaltplatte ist oft

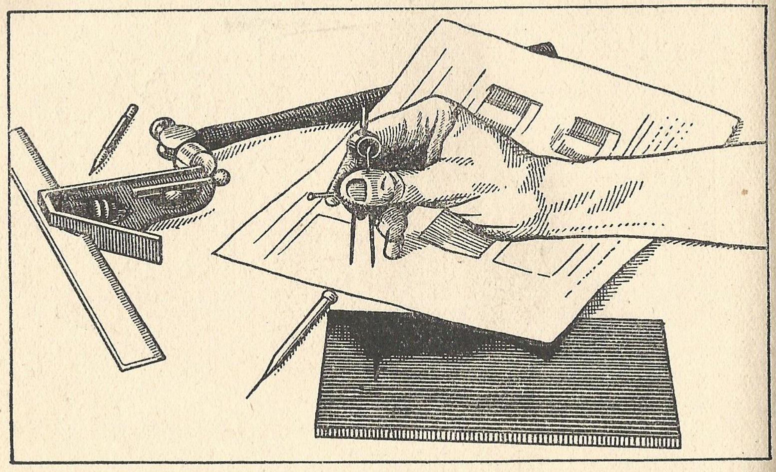


Abb. 298. Abnehmen des Maßes für eine große Bohrung mittels des Stechzirkels, mit dem man die Bohrung auch auf der Schaltplatte vorzeichnet. (Nach B. M. Sleeper.)

verloren! Zum Durchbohren der Platte eignet sich am besten eine kleine Tischbohrmaschine, mit deren Hilfe man am ehesten vollkommen senkrechte Bohrungen herstellen kann. Ein geschickter

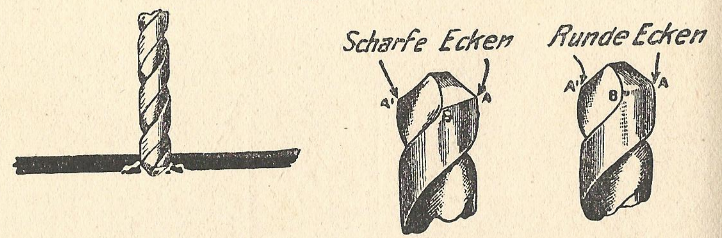


Abb. 299. Bohrer mit scharfen Ecken sind für unsere Zwecke ungeeignet, weil sie gern ein Ausbrechen der Bohrlöcher verursachen; die Ecken A', B und A müssen sanft gerundet sein.

Bastler wird indessen die Bohrungen auch mit einer gewöhnlichen Handbohrmaschine sauber zustande bringen.

Zur Herstellung der Bohrungen für die Drehspindeln der Kondensatoren, Variometer und Heizwiderstände sind etwa 8 mm starke Spiralbohrer erforderlich. Ehe die Bohrer in die Bohrmaschine ein-

gespannt werden, ist es nötig, die scharfen Ecken an der Spitze abzuschleifen, da sie gern ein Ausbrechen der Bohrlöcher verursachen. Die Ecken sollen sanft gerundet sein (vgl. Abb. 299). Um ein Warmlaufen und Festfressen des Bohrers zu verhindern, wird er zweckmäßigerweise vor Beginn der Arbeit sorgsam mit Talg eingefettet.

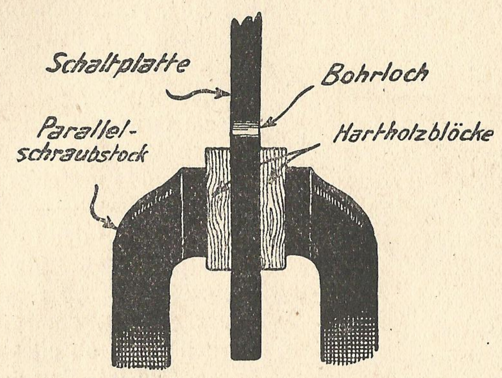


Abb. 300. Die Schaltplatte wird zwischen zwei Hartholzblöcken in einen Parallelschraubstock eingespannt, wenn man ein Bohrloch mit der Feile ausschleifen will.

Sind alle Bohrungen angebracht, so schleifen wir sie mit einer kleinen Rundfeile sauber aus und nehmen den Grat mit feinstem Glaspapier weg; erst dann werden die einzelnen Apparate an der Rückseite des Schaltbretts angeschraubt. Beim Ausschleifen der Bohrlöcher mit der Rundfeile spannen wir die Platte am besten

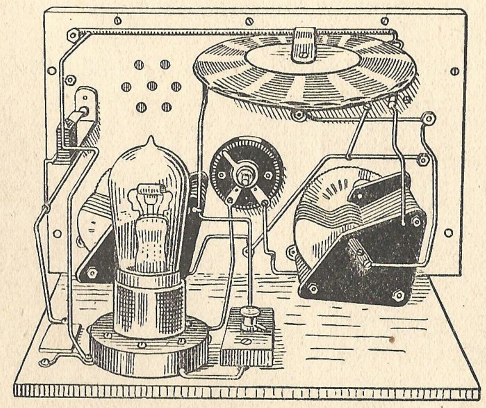


Abb. 301. Einröhrenempfänger mit frei in der Luft geführten blanken Verbindungsleitungen, von hinten gesehen.

nach Abb. 300 zwischen zwei Hartholzblöcken in den Parallelschraubstock ein.

Die Befestigung der Drehkondensatoren geschieht von außen her durch kleine Messingschrauben mit versenkbaren Köpfen. Die Schraubenköpfe werden später von der Skala verdeckt, so daß sie nicht störend wirken. Die Heizwiderstände, Transformatoren, Blockkondensatoren usw. werden von innen her angeschraubt. Die zugehörigen Bohrungen dürfen aus diesem Grunde nicht ganz durch die Schaltplatte gehen und müssen mit Gewinde versehen sein.

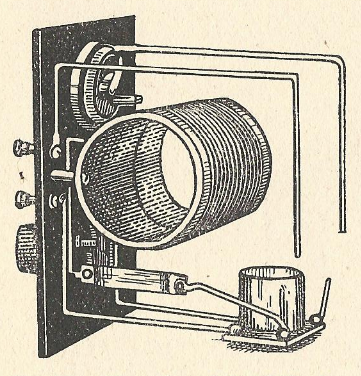


Abb. 302. Ein anderes Beispiel für einen Apparat mit freigeführten Verbindungsleitungen; der Röhrensockel soll später auf der Bodenplatte des Apparatgehäuses befestigt werden.

Sind sämtliche Apparate und Einzelteile auf der Rückwand der Schaltplatte befestigt, so wird sie probeweise in oder auf das Gehäuse gesetzt, damit festgestellt werden kann, ob alles sachgemäß angeordnet ist. Erst dann werden die Drahtverbindungen zwischen den einzelnen Apparateteilen hergestellt. Zur Verwendung kommt am besten gewöhnlicher blanker Kupferdraht von 1,5 mm Stärke. Der Draht wird gestreckt, indem man ihn mit dem einen Ende im Schraubstock befestigt und durch Ziehen am freien Ende bis zum Zerreißen spannt; dann wird er mit der Kneifzange in Stücke von 10, 20, 30 und 40 cm Länge zerteilt.

Bei der Herstellung der Drahtverbindungen muß besonderer Wert

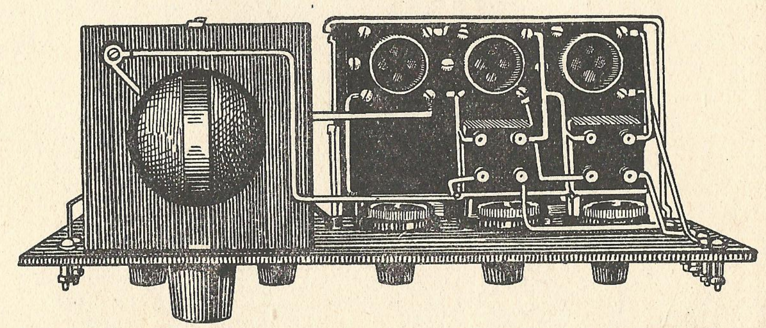


Abb. 303. Dreiröhrenempfänger mit in der Luft geführten Verbindungsleitungen von oben gesehen. Die Röhren sind aus den Fassungen entfernt; links ein Variometer.

darauf gelegt werden, daß selbst bei verwickelten Schaltungen eine gute Übersicht gewahrt bleibt. Aus diesem Grunde werden die Drahtverbindungen am besten sämtlich in der Luft geführt und vollkommen rechtwinklig verlegt (vgl. die Abb. 301—303). Dadurch wird gleichzeitig verhindert, daß zufällige Kurzschlüsse auftreten, und unbeabsichtigte Rückkopplungen werden ziemlich erschwert. Sind die zu erstellenden Drahtverbindungen so zahlreich, daß die Drähte mit geringem Abstand aneinander vorbeigeführt werden müssen, so empfiehlt es sich, sämtliche Drähte in dünne Isolierschläuche zu stecken, die beim Radiohändler um billiges Geld in verschiedenen Farben erhältlich sind. Man kauft am besten von jeder Farbe ein paar Meter, so daß für jeden Strom- und Schwingungskreis eine andere Farbe gewählt werden kann, was bei komplizierten Schaltungen die Übersichtlichkeit sehr fördert. So kann man z. B. die Verbindungen des Antennenkreises rot und die eines etwa vorhandenen Zwischenkreises grün machen, während man für den Hochfrequenzverstärkerkreis gelbe, für die Verbindungen des Audionkreises blaue Schläuche nimmt, usw. Müssen später einmal die Verbindungen aus irgendeinem Grunde nachgeprüft werden, so wird sich diese Art der Kenntlichmachung der einzelnen Verbindungen als sehr nützlich erweisen.

Die Enden der Drähte werden mit der Rundzange zu ringförmigen Ösen gebogen, so daß sie unter die Zuleitungsklemmen der einzelnen Apparate geklemmt werden können und ein guter Kontakt gesichert ist. Bei Experimentierapparaten wird man im allgemeinen auf eine Verlötung der Drahtverbindungen verzichten, während bei Gebrauchsapparaten sämtliche Anschlüsse unbedingt verlötet werden müssen. Als Lötmittel verwendet man am besten ein leichtschmelzendes Metall (Woodmetall) oder eine Lötpaste (Schnellot), wie z. B. Tinol, die kein Lötwasser erfordert. Benützt man gewöhnliches Lötzinn, so muß an Stelle des Lötwassers ein säurefreies Lötmittel, etwa Kolophoniumstaub, verwendet werden.

Bei der Herstellung der Drahtverbindungen muß man wiederum ganz besonders darauf achten, daß der vom beweglichen Plattensatz der Drehkondensatoren beanspruchte Raum frei bleibt!

Ist der Radioempfänger vollständig zusammengebaut, sind alle Bohrungen, Verschraubungen und Verleimungen ausgeführt, so bleibt als letzte Arbeit noch übrig, die Holzteile des Kastens zu beizen und zu polieren, um ihnen ein besseres Aussehen zu geben und sie zugleich gegen äußere Einflüsse weniger empfindlich zu machen. Zu diesem Zwecke wird die Schaltplatte wieder weggenommen und der Kasten mit Glaspapier sauber abgeschliffen,

wobei zuerst grobes und dann immer feineres Glaspapier verwendet werden muß.

Ist zur Herstellung des Apparatekastens ein gutes Hartholz, wie Eiche oder Nußbaum, verwendet worden, so wird man gewöhnlich auf ein Beizen des Kastens verzichten und ihn ohne weiteres „naturfarben“ polieren. Die dazu nötige Politur besorgt man sich entweder vom Tischler oder bereitet sie selbst, indem man 15 g braunen Blätterschellack in Spiritus auflöst, so daß eine ziemlich dünnflüssige Lösung entsteht. Das Auftragen der Politur geschieht mit einem Leinenbäuschchen, das in eine mit der Politurlösung gefüllte Schale getaucht wird. Beim Polieren wird der Bausch am besten in der Form von „Achten“ geführt, da auf diese Weise ein gleichmäßiger Überzug am ehesten zu erreichen ist. Man muß sich aber hüten, mit dem Leinenbäuschchen stehen zu bleiben oder gar eine schon bestrichene Stelle ein zweitesmal zu überfahren, da sonst die Politur verschmiert und unbrauchbar wird. Erst wenn alles abgetrocknet ist, kann ein zweiter Politurüberzug aufgetragen werden. Ist ein Versuch mißlungen, so muß der ganze Kasten mit Spiritus abgewaschen und die Arbeit von neuem begonnen werden.

Soll der Kasten einen dunkleren Ton erhalten, so ist er vor dem Polieren mit Beize zu behandeln, die man in der Drogerie erhält und die mit dem Pinsel auf die Holzflächen aufgetragen werden muß. Ist der Anstrich trocken, so wird in der oben beschriebenen Weise poliert.

Anhang.

Achtzehn Arbeitsregeln für den Radiobastler.

1. Eile nicht, wenn du eine Schaltplatte durchbohrst! Nimm dir Zeit, sonst läufst du Gefahr, daß der Bohrer durchrutscht. Nichts sieht schlechter aus als eine zerstoßene und zerkratzte Schaltplatte.
2. Drücke beim Bohren nicht zu sehr, wenn ein schwacher Bohrer eingespannt ist. Er bricht leicht ab, und die Entfernung des abgebrochenen Stücks erfordert viel Mühe.
3. Durchbohre die Schaltplatten nie von der Rückseite her. Alle Durchbohrungen müssen auf der Vorderseite gemacht werden.
4. Ein zugespitzter Nagel ist kein brauchbarer Körner! Die Schaltplatte ist gewöhnlich härter als der Nagel. Du wirst also immer fester zuschlagen, und schließlich springt die Platte entzwei.
5. Befestige den Drehkondensator erst dann an der Schaltplatte, wenn du sicher bist, daß der bewegliche Plattensatz vollständig aus dem festen herausgedreht werden kann, ohne irgendwo anzustoßen. Denke daran, daß der Kondensator nicht arbeiten kann, wenn zwei Platten sich berühren.
6. Montiere die Drehskalen so, daß zwischen der Schaltplatte und der Skala überall ein gleichbreiter Zwischenraum verbleibt. Die Drehskala darf auf keinen Fall an die Schaltplatte stoßen.
7. Verwendest du mangelhafte Hochohmwiderstände oder schlechte Gitterkondensatoren, so wirst du niemals guten Empfang erzielen. Diese beiden Teile sind mit die wichtigsten des ganzen Empfangsgeräts!
8. Die Zuführungsdrähte zur Antenneneinführung und zur Erde sollen so kurz als möglich sein. Der günstigste Platz für das Empfangsgerät ist unmittelbar an dem Fenster, durch das die Antenneneinführung hereinkommt.

9. Die stromführenden, beweglichen Teile der Drehkondensatoren, Variometer, Schalter, Linienwähler, Steckkontakte usw. dürfen nicht geölt werden! Öl isoliert!

10. Behandle deine Kondensatoren möglichst zart, am besten so wie eine kostbare Uhr.

11. Vergiß nie, daß die Kathodenröhren sehr empfindlich sind. Ein kleiner Stoß, und der Heizfaden ist entzwei.

12. Denke daran, daß die Kathodenröhre nicht zur Beleuchtung dient! Wird eine Röhre als Detektor oder Niederfrequenzverstärker benützt, so ist es selten nötig, daß der Glühdraht heller als kirschrot oder hellorange brennt, während man bei Hochfrequenzverstärkung die besten Ergebnisse bei Weißglut erhält.

13. Laß die Röhren nicht länger brennen, als unbedingt nötig. Bei unbenutztem Apparat brennende Röhren bedeuten Energieverschwendung.

14. Halte deinen Lötkolben sauber und rein.

15. Löte nie mit einem Kolben, dessen Bahn nicht sauber verzinnt ist!

16. Beim Erhitzen des Kolbens soll nicht die Spitze, sondern der Kolbenrücken oder die Kolbenmitte in der Flamme liegen. Die Spitze wird dann von selbst heiß, ohne zu verbrennen.

17. Verwende nie zu viel Lötwasser! Wenn der Kolben in gutem Zustand ist und die Lötstellen sauber gereinigt sind, so genügt ein ganz klein wenig! Drahtverbindungen, und Kontaktstellen dürfen nie mit Lötwasser gelötet werden. Sie erfordern ein säurefreies Lötmittel, etwa Kolophonium. Noch zweckmäßiger ist die Verwendung einer Lötpaste, z. B. Tinol.

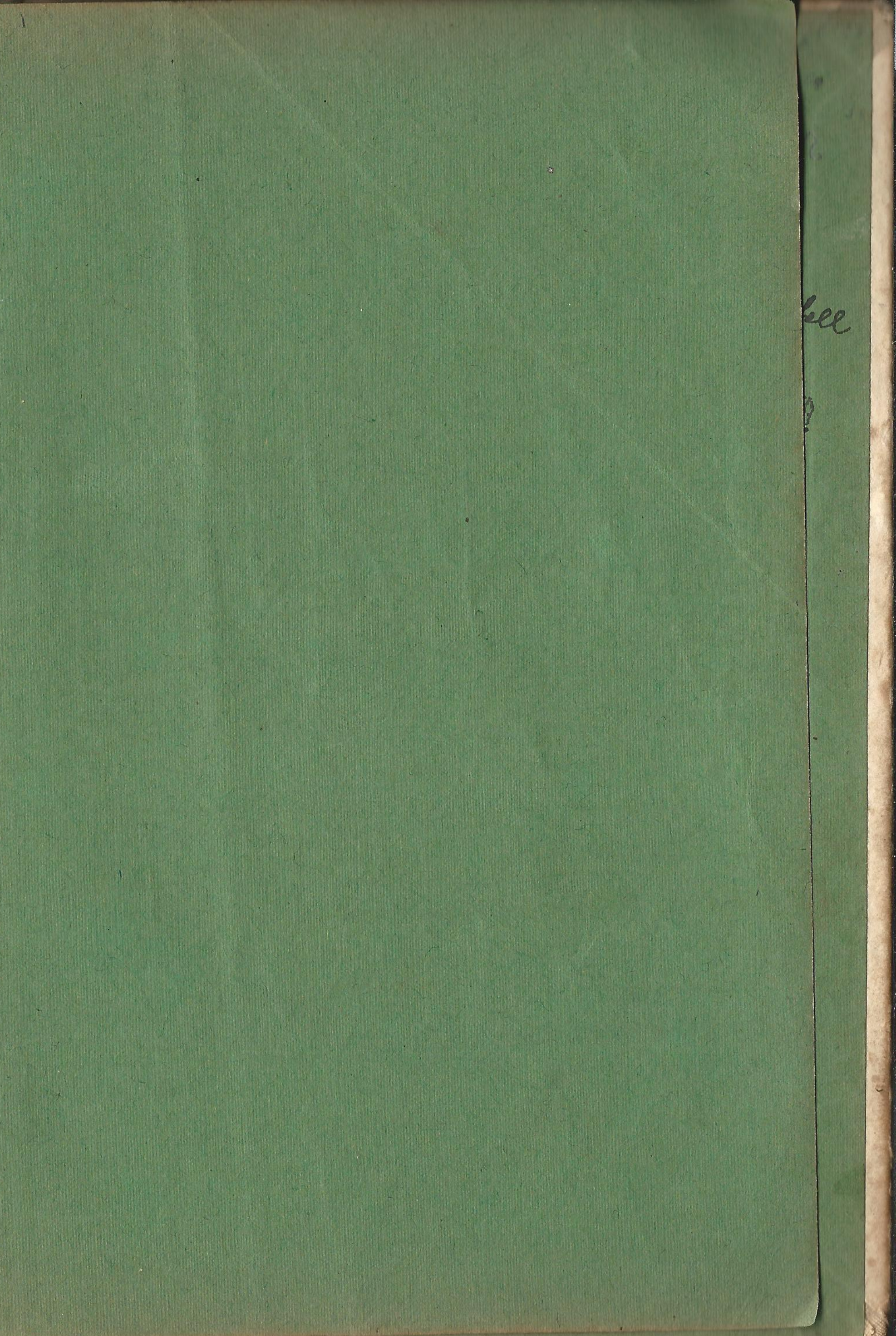
18. Lade deine Heizbatterie in regelmäßigen Zeitabständen auf, auch wenn sie nicht gebraucht wird. Regelmäßiges Laden und Entladen erhöht die Lebensdauer der Batterie, während Herumstehenlassen in ungeladenem Zustand sie rasch unbrauchbar macht.

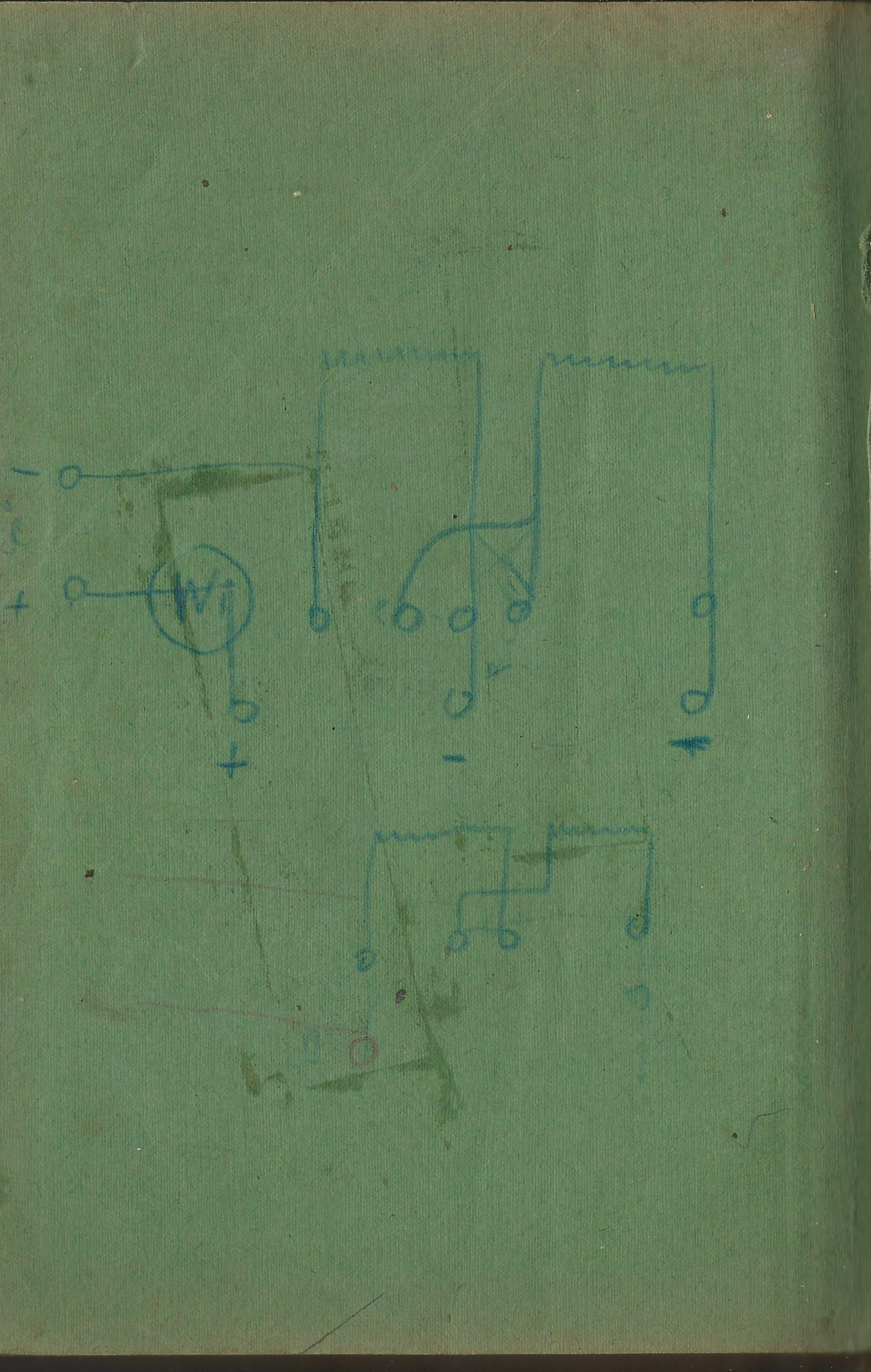
Namen- und Sachverzeichnis

Inhalt.



Von Hanns Günther sind eine Reihe weiterer Bücher für den Radioamateur erschienen, über die ausführliche Prospekte gern unberechnet allen Liebhabern geschickt werden und die durch jede Buchhandlung bezogen werden können. Wir führen hier nur zur Übersicht die Titel auf:





Volt × Ampère = Watt

$$\text{Widerstand} = \frac{\text{Spannung}}{\text{Stromstärke}} = \frac{220\,V}{6\,A} = 36{,}7\,\Omega$$

Ende (schwarz)
A. gelb
E blau
A grün
E ganz hell
Anf. (grau)
Sp. 1
Sp 2
Sp 3

A.
V
+
–



H. Gür
u. H. V
Bastel
für R
amat

Stu
Franc
Verlags